

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

28.06.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 6月27日
Date of Application:

出願番号 特願2003-184369
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP2003-184369]

出願人 日本電気株式会社
Applicant(s):

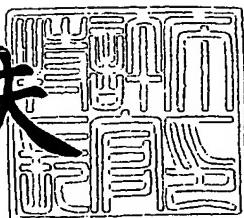
REC'D 22 JUL 2004
WIPO PCT

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 3月 2日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願
【整理番号】 34601852
【提出日】 平成15年 6月27日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G06F 1/20
【発明者】
【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7番1号
日本電気株式会社内
【氏名】 三窪 和幸
【発明者】
【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7番1号
日本電気株式会社内
【氏名】 北城 栄
【発明者】
【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7番1号
日本電気株式会社内
【氏名】 越智 篤
【発明者】
【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7番1号
日本電気株式会社内
【氏名】 山本 満
【特許出願人】
【識別番号】 000004237
【氏名又は名称】 日本電気株式会社
【代理人】
【識別番号】 100097113
【弁理士】
【氏名又は名称】 堀 城之

【手数料の表示】**【予納台帳番号】** 044587**【納付金額】** 21,000円**【提出物件の目録】****【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1**【物件名】** 要約書 1**【包括委任状番号】** 9708414**【プルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電子機器の冷却装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 冷媒の循環によって発熱部品から発生する熱を拡散させて冷却する電子機器の冷却装置であって、

前記発熱部品が実装されているマザーボードの上方に搭載され、内部に前記冷媒が循環される流路が形成された第1冷却部と、

前記発熱部品が実装されている前記マザーボードの下方に搭載され、内部に前記冷媒が循環される流路が形成された第2冷却部と、

前記第1冷却部の流路と前記第2冷却部の流路とを接続する接続手段と、

前記冷媒を循環させる循環ポンプとを具備し、

前記マザーボードの上面に実装された前記発熱部品と前記第1冷却部下面とが接触した状態で前記発熱部品から発生する熱を前記冷媒に吸熱させることを特徴とする電子機器の冷却装置。

【請求項2】 前記第1冷却部と第2冷却部とを開閉自在に軸支する連結手段を具備することを特徴とする請求項1記載の電子機器の冷却装置。

【請求項3】 前記第1冷却部の前記発熱部品と接触する箇所には、前記第1冷却部の流路よりも幅が小さい複数個の狭間流路からなるマイクロチャネルが形成されていることを特徴とする請求項1又は2記載の電子機器の冷却装置。

【請求項4】 前記第1冷却部の表面には、空冷フィンが形成され、

前記空冷フィンが形成されているエリアの前記第1冷却部の内部には、前記マイクロチャネルの下流側流路が形成されていることを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の電子機器の冷却装置。

【請求項5】 前記空冷フィンが形成されているエリアの前記第1冷却部の内部に形成されている流路は、蛇行流路になっていることを特徴とする請求項4記載の電子機器の冷却装置。

【請求項6】 前記空冷フィンに空気の流れを形成する空冷ファンを具備することを特徴とする請求項4又は5記載の電子機器の冷却装置。

【請求項7】 前記第2冷却部の上面に前記循環ポンプが固定されているこ

とを特徴とする請求項1乃至6のいずれかに記載の電子機器の冷却装置。

【請求項8】 前記第2冷却部の上面に前記第2冷却部の流路内の気泡をトラップするタンクが設けられていることを特徴とする請求項1乃至7のいずれかに記載の電子機器の冷却装置。

【請求項9】 前記第1冷却部および前記第2冷却部は、流路形成用の溝が形成された下板と上板とを接合することによって前記冷媒が循環される流路が形成されていることを特徴とする請求項1乃至8のいずれかに記載の電子機器の冷却装置。

【請求項10】 前記第1冷却部の面積は、前記第2冷却部の面積よりも小さいことを特徴とする請求項1乃至9のいずれかに記載の電子機器の冷却装置。

【請求項11】 前記第1冷却部に形成された流路の幅は、前記第2冷却部に形成された流路の幅よりも狭いことを特徴とする請求項1乃至10のいずれかに記載の電子機器の冷却装置。

【請求項12】 前記第1冷却部に形成された流路の深さは、前記第2冷却部に形成された流路の深さよりも深いことを特徴とする請求項1乃至11のいずれかに記載の電子機器の冷却装置。

【請求項13】 請求項1乃至請求項12のいずれかに記載の電子機器の冷却装置を搭載したことを特徴とする電子機器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電子機器の冷却装置に関し、特にノート型パソコン等に搭載されるCPU等の発熱部品を冷却するのに適した電子機器の冷却装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年のパソコン等の電子機器においては演算処理量の増大とその高速化に伴って消費電力の大きいCPU等の発熱部品が搭載されており、当該発熱部品が発生する熱量は増加の一途であるが、これら電子機器では使用されている様々な電子部品は、耐熱信頼性や動作特性の温度依存性からその使用温度範囲が通常限定さ

れているため、これら電子機器においては内部で発生する熱を効率よく外部に排出する技術の確立が急務となっている。

【0003】

一般にパソコン等の電子機器においては、C P U等に吸熱部品として金属性ヒートシンクやいわゆるヒートパイプ等を取り付けて熱伝導による電子機器全体への熱の拡散や、電磁式の冷却用のファンを筐体に取り付けて電子機器内部から外部へ熱の放出を行っていた。

【0004】

しかしながら、例えばノート型パソコンのような電子部品が高密度実装された電子機器においては、電子機器内部での放熱空間が少ないため、従来の冷却ファン単独、あるいは冷却ファンとヒートパイプとを組み合わせた冷却方式では30W程度までの消費電力のC P Uにおいては対応可能で冷却効果があったが、これ以上の消費電力のC P Uでは内部の熱を充分に放出することが困難になっていた。

【0005】

また、放熱が可能な場合でも送風能力の大きい冷却ファンの設置が必須となり、このような電磁式の冷却ファンの場合、その回転羽根の風きり音等の騒音のために静音性が大きく損なわれていた。さらに、サーバ用のパソコンにおいても、普及率の増大に伴って小型化や静音化の要請が強くなってしまい、そのために熱の放出についてもノート型パソコンと同様な問題が生じていた。

【0006】

そこで、増大した発熱を効率良く外部に放熱するために、冷媒を循環させる液冷方式の冷却装置が検討されており、例えば、パソコン本体部内の発熱部品から発生する熱を受熱する受熱ヘッドを備えたパソコン本体部の底部に、発熱部品からの熱を受熱ヘッドを介して伝熱される接続ヘッドと、当該接続ヘッドに接続され冷媒を充填したチューブと、冷媒を循環するポンプとを備えた液冷部筐体を配置する液冷方式の冷却装置が提案されている（例えば、特許文献1参照。）。

【0007】

【特許文献1】

特開2003-67087号公報

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来技術では、発熱部品から発生する熱を下方に位置する接続ヘッドを通してチューブに充填された冷媒に吸熱させる構成であるため、発熱部品から冷媒への吸熱効率が悪く、冷却効率が低下してしまうという問題点があった。

【0009】

さらに、従来技術では、電子機器の底面にのみ冷却装置を搭載しているため、液冷方式に空冷方式を組み合わせた場合には、冷却装置が厚くなってしまい、冷却装置を薄型化することができにくいという問題点があった。

【0010】

本発明は斯かる問題点を鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、発熱部品から冷媒への吸熱効率を向上させることができ、液冷方式に空冷方式を組み合わせた場合にも、冷却装置を薄型化することができる電子機器の冷却装置を提供する点にある。

【0011】

【課題を解決するための手段】

本発明は上記課題を解決すべく、以下に掲げる構成とした。

本発明は、冷媒の循環によって発熱部品から発生する熱を拡散させて冷却する電子機器の冷却装置であって、前記発熱部品が実装されているマザーボードの上方に搭載され、内部に前記冷媒が循環される流路が形成された第1冷却部と、前記発熱部品が実装されている前記マザーボードの下方に搭載され、内部に前記冷媒が循環される流路が形成された第2冷却部と、前記第1冷却部の流路と前記第2冷却部の流路とを接続する接続手段と、前記冷媒を循環させる循環ポンプとを具備し、前記マザーボードの上面に実装された前記発熱部品と前記第1冷却部下面とが接触した状態で前記発熱部品から発生する熱を前記冷媒に吸熱させることを特徴とする。

さらに本発明は、前記第1冷却部と第2冷却部とを開閉自在に軸支する連結手

段を具備することを特徴とする。

さらに本発明は、前記第1冷却部の前記発熱部品と接触する箇所には、前記第1冷却部の流路よりも幅が小さい複数個の狭間流路からなるマイクロチャネルが形成されていることを特徴とする。

さらに本発明は、前記第1冷却部の表面には、空冷フィンが形成され、前記空冷フィンが形成されているエリアの前記第1冷却部の内部には、前記マイクロチャネルの下流側流路が形成されていることを特徴とする。

さらに本発明は、前記空冷フィンが形成されているエリアの前記第1冷却部の内部に形成されている流路は、蛇行流路になっていることを特徴とする。

さらに本発明は、前記空冷フィンに空気の流れを形成する空冷ファンを具備することを特徴とする。

さらに本発明は、前記第2冷却部の上面に前記循環ポンプが固定されていることを特徴とする。

さらに本発明は、前記第2冷却部の上面に前記第2冷却部の流路内の気泡をトランクアップするタンクが設けられていることを特徴とする。

さらに本発明は、前記第1冷却部および前記第2冷却部は、流路形成用の溝が形成された下板と上板とを接合することによって前記冷媒が循環される流路が形成されていることを特徴とする。

さらに本発明は、前記第1冷却部の面積は、前記第2冷却部の面積よりも小さいことを特徴とする。

さらに本発明は、前記第1冷却部に形成された流路の幅は、前記第2冷却部に形成された流路の幅よりも狭いことを特徴とする。

さらに本発明は、前記第1冷却部に形成された流路の深さは、前記第2冷却部に形成された流路の深さよりも深いことを特徴とする。

【0012】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。

【0013】

図1は、本発明に係る電子機器の冷却装置の実施の形態の構成を示す図であり

、(a)は、上面図であり、(b)は、側面図であり、(c)は、正面図である。図2は、図1に示すヒートシンクの下の流路の構成を示す図である。図3は、図1に示す第1冷却部を構成する第1冷却部用下板の構成を示す図であり、(a)は、上面図であり、(b)は、(a)に示すX-X'断面図である。図4は、図1に示す第1冷却部を構成する第1冷却部用上板の構成を示す図であり、(a)は、上面図であり、(b)は、側面図である。図5は、図1に示すマイクロチャネルへの導入部の構成を示す図である。図6は、図1に示す第2冷却部の構成を示す図であり、(a)は、上面図であり、(b)は、側面図であり、(c)は、正面図である。図7は、図6に示す第2冷却部を構成する第2冷却部用下板の構成を示す図であり、(a)は、上面図であり、(b)は、(a)に示すY-Y'断面図である。図8は、図6に示す第2冷却部を構成する第2冷却部用上板の構成を示す図である。図9は、図6に示す流路の幅および深さと冷却性能との関係を示すグラフである。図10は、図6に示す流路の幅および板厚と耐圧性能との関係を示すグラフである。

【0014】

本実施の形態の電子機器の冷却装置は、図1を参照すると、第1冷却部1と、第2冷却部2と、第1冷却部1と第2冷却部2とを連結し、第1冷却部1を第2冷却部2に対して、図1(c)に矢印で示す方向に開閉自在に軸支する連結部61、62とからなり、第1冷却部1および第2冷却部2内に形成された流路に水や不凍液等の冷媒を循環させることによって、発熱を伴うCPUやその他の発熱体等の発熱部品7を冷却する構成となっている。なお、図1に示す符号84は、電子機器に冷却装置を搭載した際に、位置するバッテリーを示し、第2冷却部2は、バッテリー84を避けた形状になっている。このように図1に示す第1冷却部1および第2冷却部2の形状は、電子機器に搭載するに際して、各種の制約によって適宜決定される。

【0015】

第1冷却部1には、図1に示すように、例えば銅(Cu)やアルミニウム(Al)材等の熱伝導性の良い金属材料が用いられ、内部に流路11とマイクロチャネル12とが形成されている。また、第1冷却部1の上下面には、空冷フィン1

3がそれぞれ設けられており、空冷フィン13が設けられているエリアの流路11は、図2に示すように、放熱効果を高めるために蛇行流路111となっている。なお、図1(a)に示す符号5は、空冷ファンであり、空冷ファン5によって、第1冷却部1に設けられた空冷フィン13に空気の流れを形成して空冷効果を高めるように構成されている。

【0016】

第1冷却部1は、図3および図4にそれぞれ示す第1冷却部用下板17と第1冷却部用上板18とを拡散接合、ロウ付け接合、レーザ溶接等の接合技術によって接合したものであり、第1冷却部用下板17に形成された流路用溝部171およびマイクロチャネル用溝部172を第1冷却部用上板18で覆うことによって流路11およびマイクロチャネル12が形成されている。なお、第1冷却部用下板17への流路用溝部171およびマイクロチャネル用溝部172の形成は、プレスによって流路用溝部171およびマイクロチャネル用溝部172を形成する方法や、流路用溝部171およびマイクロチャネル用溝部172を形成した状態で成型する方法や、研削によって流路用溝部171およびマイクロチャネル用溝部172を形成する方法が考えられる。

【0017】

第1冷却部用下板17には、図3に示すように、流路11に冷媒が流入する流入口である開口Bと、流路11から冷媒が流出する流出口である開口Cが形成されており、開口Bには、金属管14が、開口Cには、金属管15がそれ接続されている。金属管14および15には、フレキシブルな金属管が用いられ、第1冷却部1を第2冷却部2に対して開閉する際の障害にならないようになっている。

【0018】

第1冷却部用下板17の下面のマイクロチャネル12が形成されているエリアが、消費電力が大きく、しかも小面積で局所的に発熱を伴うCPUやその他の発熱体等の発熱部品7の上面に接触し、発熱部品7で発生した熱は、第1冷却部用下板17を介してマイクロチャネル12を流れる冷媒に伝えられる構成になっている。マイクロチャネル12は、第1冷却部1に形成されている流路11よりも

幅が小さい、幅1mm以下の小さい複数個の狭間流路からなり、第1冷却部用下板17が発熱部品7に接触するエリアに、当該エリア以上の面積で形成されている。なお、本実施の形態では、第1冷却部1に形成されている流路11を幅6mm、深さ1.5mmとし、マイクロチャネル12には、幅0.5mm、深さ1.5mmの流路を38本形成した。

【0019】

冷媒がマイクロチャネル12に流入するマイクロチャネル流入部は、図5に示すように、流路11の幅がマイクロチャネル12の幅に徐々に拡がる構成になっており、マイクロチャネル流入部には、流路11から流れてくる冷媒をマイクロチャネル12の幅に拡散させるためのガイド板16が形成されている。ガイド板16は、冷媒の流れの上流側から順次配置された左右一対の第1ガイド板161と第2ガイド板162と第3ガイド板163とからなり、各ガイド板の長さは、上流に位置するガイド板の方が長くなっていて、第1ガイド板161>第2ガイド板162>第3ガイド板163の関係になっている。また、各ガイド板の図5に矢印で示す冷媒の流れ方向に対する角度θは、上流に位置するガイド板の角度の方が大きくなっている、第1ガイド板161>第2ガイド板162>第3ガイド板163の関係になっている。

【0020】

第2冷却部2は、図6に示すように、例えば銅(Cu)やアルミニウム(Al)材等の良導性の金属材料が用いられ、内部に流路21が形成され、上面に循環ポンプ3と貯液槽4とが取り付けられている。

【0021】

第2冷却部2は、図7および図8にそれぞれ示す第2冷却部用下板23と第2冷却部用上板24とを拡散接合、ロウ付け接合、レーザ溶接等の接合技術によって接合したものであり、第2冷却部用下板23に形成された流路用溝部231を第2冷却部用上板24で覆うことによって流路21が形成されている。なお、第2冷却部用下板23への流路用溝部231の形成は、プレスによって流路用溝部231を形成する方法や、流路用溝部231を形成した状態で成型する方法や、研削によって流路用溝部231を形成する方法が考えられる。

【0022】

第2冷却部2の流路21の中央部分、すなわち第2冷却部用下板23に形成された路用溝部231の中央部分には、複数個の支柱22が所定間隔で形成されている。支柱22は、第2冷却部用下板23と第2冷却部用上板24とを接合する際の強度を確保するためのものである。流路21の幅および深さと冷却性能との関係は、図9に示すように、流路幅が広くなるほど、また、深さが浅くなるほど冷却性能が向上するが、耐圧性能は、図10に示すように、流路幅が広くなるほど、板厚が薄くなるほど低下する。従って、冷却性能の観点からすると流路21の幅をできる限り広くすると共に、深さを浅くすることが要求されるが、耐圧性能が低下してしまうため、本実施の形態では、支柱22によって耐圧性能の向上を図っている。また、本実施の形態では、支柱22を流路21の中央部分に形成するようにしたが、支柱22を形成する場所は、中央部分に限定されることなく、例えば、格子状もしくは千鳥状に配列するようにしても良い。なお、本実施の形態では、第2冷却部2に形成されている流路21を幅20mm、深さ0.8mmとし、流路21の中央部に幅0.5mm、長さ2mmの支柱を20mm間隔で形成した。

【0023】

第2冷却部用上板24には、図8に示すように、貯液槽4に連通する開口25と、循環ポンプ3に冷媒が流入する流入口であるポンプ流入口26と、循環ポンプ3から冷媒が流出する出口であるポンプ出口27と、流路21から冷媒が流出する出口である開口Aと、流路21に冷媒が流入する流入口である開口Dが形成されており、開口Aには、金属管14が、開口Dには、金属管15がそれぞれ接続されている。

【0024】

次に、本実施の形態における冷媒の流れについて詳細に説明する。

【0025】

第2冷却部2の上面に設けられた循環ポンプ3から出した冷媒は、ポンプ出口27を介して第2冷却部2内に形成されている流路21を通り、開口A、金属管14および開口Bを介して第1冷却部1に流入する。第1冷却部1に流入し

た冷媒は、第1冷却部1内に形成されている流路11を通り、マイクロチャネル12に流入する。

【0026】

マイクロチャネル12に流入した冷媒は、発熱部品7で発生した熱を吸熱し、空冷フィン13が設けられているエリアに形成されている蛇行流路111を通り、開口C、金属管15および開口Dを介して第2冷却部2に流入する。第2冷却部2に流入した冷媒は、第2冷却部2内に形成されている流路21を通り、貯液槽4に連通する開口25の下を通ってポンプ流入口26に至り、再び循環ポンプ3に流入する。

【0027】

このように循環ポンプ3によって冷媒を循環させることにより、発熱部品7で発生した熱を熱伝達により第1冷却部1および第2冷却部2の全体に熱拡散させ、放熱効果を高めている。

【0028】

次に、第2冷却部2の上面側の第2冷却部用上板24に取り付けられる循環ポンプ3の第1の構成例について図11および図12に基づいて詳細に説明する。

図11は、図1に示す循環ポンプの第1の構成例を示す図であり、(a)は、分解斜視図であり、(b)は、側断面図である。図12は、図11に示す循環ポンプの実装方法を示す側断面図である。

【0029】

循環ポンプ3の第1の構成例は、図11を参照すると、ポンプ筐体311と、ゴム樹脂製のOリング312と、圧電振動板313と、圧電振動板313を押さえる天板314とからなり、ポンプ筐体311には、第2冷却部用上板24に形成されているポンプ流入口26およびポンプ流出口27にそれぞれ対向するようポンプ流入路315およびポンプ流出路316が形成されると共に、ポンプ室319となる空間が形成されており、ポンプ流入路315には、ポンプ室319から流路21への逆流を防止する流入チェック弁317が、ポンプ流出路316には、流路21からポンプ室319への逆流を防止する流出チェック弁318がそれぞれ設けられている。流入チェック弁317および流出チェック弁31

8は、金属の薄板リード弁で構成され、スポット溶接やネジ止めによりポンプ筐体311の底面に接続されている。

【0030】

圧電振動板313は、循環ポンプ3の駆動源である圧電たわみ振動板であり、圧電素子と弾性板を接着することで構成され、かつ、冷媒液に圧電素子が直接接しないように水密モールドが施されている。圧電素子としては、圧電セラミックまたは圧電単結晶などを用いることができ、弾性板としては、りん青銅等の銅合金、ステンレス合金などの金属薄板、カーボンファイバーの薄板、PET板といった樹脂薄板などを用いることができる。また、圧電振動板313の詳細構造は、ユニモルフ、バイモルフ等の他、圧電素子を積層した積層型構造のものでも良い。

【0031】

図11に示す循環ポンプ3の実装方法は、図12（a）を参照すると、まず、第2冷却部用上板24にポンプ筐体311を金属の拡散接合、ロウ付け接合、レーザ溶接等の接合技術により一体化して固定する。このときポンプ筐体311には、ポンプ流入路315、ポンプ流出路316、ポンプ室319となる空間、流入チェック弁317および流出チェック弁318を加工・接合しておく。

【0032】

次に、図12（b）に示すように、Oリング312をはめ込み、その上部に圧電振動板313をのせ、ポンプ室319を形成する。次に、天板314でしっかりとOリング312を圧縮密着させて水密を確保し、かつ圧電振動板313を周辺固定状態にする。このとき、天板314は、上方からネジ止めでも構わないし、天板314の周囲にネジを構成し、締め付けることも可能である。

【0033】

以上説明したように、循環ポンプ3の第1の構成例では、循環ポンプ3と第2冷却部2とを金属の接合技術により完全に一体連結させることにより、圧力損失ならびに液漏れ等が防止される。また、循環ポンプ3と第2冷却部2とが一体形成されるので、薄型化が可能であり、かつ安価となる。さらに、本構造の循環ポンプ3を用いることにより、冷却装置の薄型化を実現することができ、その高さ

は、循環ポンプ3が配置された最大部分で7mm以下にすることができる。

【0034】

次に、第2冷却部2の上面側の第2冷却部用上板24に取り付けられる循環ポンプ3の第2の構成例について図13乃至図15に基づいて詳細に説明する。

図13は、図1に示す循環ポンプの第2の構成例を示す図であり、(a)は、分解斜視図であり、(b)は、側断面図である。図14および図15は、図13に示す循環ポンプの実装方法を示す側断面図である。

【0035】

循環ポンプ3の第2の構成例は、図13を参照すると、ポンプ筐体321と、逆止弁部円板322と、ゴム樹脂製のOリング312と、圧電振動板313と、圧電振動板313を押さえる天板314とからなり、逆止弁部円板322には、第2冷却部用上板24に形成されているポンプ流入口26およびポンプ流出口27にそれぞれ対向するようにポンプ流入路315およびポンプ流出路316が形成されており、ポンプ流入路315には、ポンプ室319から流路21への逆流を防止する流入チェック弁317が、ポンプ流出路316には、流路21からポンプ室319への逆流を防止する流出チェック弁318がそれぞれ設けられている。流入チェック弁317および流出チェック弁318は、金属の薄板リード弁で構成され、スポット溶接やネジ止めにより逆止弁部円板322に接続されている。

【0036】

図13に示す循環ポンプ3の実装方法は、図14(a)～(c)を参照すると、まず、第2冷却部用上板24にポンプ筐体321を金属の拡散接合、ロウ付け接合、レーザ溶接等の接合技術により一体化する。このときポンプ筐体部603は、ポンプ室319になる部分等を先に加工しておいても、後から加工でもどちらでもよい。

【0037】

次に、図14(d)に示すように、ポンプ流入路315、ポンプ流出路316、流入チェック弁317および流出チェック弁318が加工・接合されている逆止弁部円板322をポンプ筐体321の内部にはめ込む。

【0038】

次に、図15（a）に示すように、Oリング312をはめ込み、その上部に、図15（b）に示すように、圧電振動板313をのせ、ポンプ室319を形成する。次に、天板314でしっかりとOリング312を圧縮密着させて水密を確保し、かつ圧電振動板313を周辺固定状態にする。このとき、天板314は、上方からネジ止めでも構わないし、天板314の周囲にネジを構成し、締め付けることも可能である。

【0039】

以上説明したように、循環ポンプ3の第2の構成例では、逆止弁部円板322にポンプ流入路315、ポンプ流出路316、流入チェック弁317および流出チェック弁318を加工・接合しておき、逆止弁部円板322を交換可能に構成することにより、長期利用の際に、ポンプ流入路315およびポンプ流出路316の目詰まりや流入チェック弁317および流出チェック弁318の塑性変形等に起因してポンプ性能が低下した場合には、逆止弁部円板322を取り替えるだけでポンプ性能を回復させることができ、メンテナンスを容易に行うことができる。

【0040】

次に、第2冷却部2の上面側の第2冷却部用上板24に取り付けられる循環ポンプ3の第3の構成について図16および図17に基づいて詳細に説明する。

図16は、図1に示す循環ポンプの第3の構成例を示す図であり、（a）は、分解斜視図であり、（b）は、側断面図である。図17は、図16に示す循環ポンプの実装方法を示す側断面図である。

【0041】

循環ポンプ3の第3の構成例は、図16を参照すると、ポンプ筐体331と、逆止弁部円板322と、ゴム樹脂製のOリング312と、圧電振動板313と、圧電振動板を押させている天板314とからなり、ポンプ筐体331の底面部には、第2冷却部用上板24に形成されたポンプ流入口26およびポンプ出口27にそれぞれ対向するようにポンプ底面流入口333およびポンプ底面出口334が形成されている。

【0042】

ポンプ底面流入口333およびポンプ底面流出口334は、それぞれ逆止弁部円板322のポンプ流入路315およびポンプ流出路316につながっており、ポンプ流入路315には、ポンプ室319から流路21への逆流を防止する流入チェック弁317が、ポンプ流出路316には、流路21からポンプ室319への逆流を防止する流出チェック弁318がそれぞれ設けられている。流入チェック弁317および流出チェック弁318は、金属の薄板リード弁で構成され、スポット溶接やネジ止めにより逆止弁部円板322に接続されている。

【0043】

図16に示す循環ポンプ3の実装方法は、図17(a)～(b)を参照すると、まず、第2冷却部上板24と第2冷却部下板23を金属の拡散接合、ロウ付け接合、レーザ溶接等の接合技術により一体化する。

【0044】

次に、ポンプ筐体331の内部に、ポンプ流入路315、ポンプ流出路316、流入チェック弁317および流出チェック弁318が加工・接合されている逆止弁部円板322をはめ込み、さらにOリング312、その上部に圧電振動板313をのせ、さらにその上部から天板314でしっかりとOリング312を圧縮密着させて水密を確保し、かつ圧電振動板313を周辺固定状態にし、循環ポンプ3を予め構成しておく。このとき、天板314は、上方からネジ止めでも構わないし、天板314の周囲にネジを構成し、締め付けることも可能である。

【0045】

次に、図17(c)に示すように、ポンプ底面側にポンプ底面流入口333とポンプ底面流出口334とを分離するように設けた2つのOリング溝335に、それぞれOリング332をはめ込み、予め構成した循環ポンプ3と第2冷却部2とをネジ止めで締め付けることで実装する。

【0046】

以上説明したように、循環ポンプ3の第3の構成例では、循環ポンプ3の性能劣化などの対処として、循環ポンプ3の取り替え等のメンテナンスを容易に行うことができ、また、コスト的にも安価になりうるという利点がある。なお、循

環ポンプ3と第2冷却部2との接合は、上述の循環ポンプ3の第1および第2の構成例のような金属接合ほどではないものの、十分水密は保てる程度で接続される。

【0047】

次に、第2冷却部2の上面側の第2冷却部用上板24に取り付けられる貯液槽4の構成について図18乃至図20に基づいて詳細に説明する。

図18は、図1に示す貯液槽の構成を示す斜視図であり、図19は、図18に示すZ-Z'断面図であり、図20は、図18に示す貯液槽の空気溜め機能を説明するための説明図である。

【0048】

貯液槽4は、図6に示すように、中空の円盤状であり、循環ポンプ3の手前側（冷媒が循環ポンプ3に流入する手前側）の流路21上に配置されており、図18および図19を参照すると、貯液槽4の底面に設けられた分岐孔43と第2冷却部用下板24に形成された開口25とが一致するように配置される。貯液槽4に通じる分岐孔43は、流路21より断面積を小さくし、音響インピーダンスを高めることにより、貯液槽4を流入する冷媒の流量を極小にするように構成されており、流路21における冷媒の流れを妨げないようになっている。

【0049】

貯液槽4は、流路21の上方側に分岐孔43を設けて接続されているため、温度変化等の理由によって流路21内に混出する気泡が第2冷却部用上板24に形成された開口25を通じて上方の貯液槽4内にトラップされる。トラップされた空気45は分岐孔43を通過して、貯液槽4に入る際に分岐孔43の出口付近に止まると、続けてトラップされた空気45が貯液層4内に入つてこなくなるため、分岐孔43の出口付近に空気が止まらないように突起42が分岐孔43の出口上方の貯液槽4の上蓋部に形成されており、突起42により、分岐孔43の出口から出てきた空気45は周囲に分散されるしくみとなっている。なお、突起42は、図18および図19に示すように、円錐形状であれば効果的に空気の停留を防止できるが、下向きに凸で、凸部の面積が分岐孔の面積よりも小さい形状であれば、空気45の停留の防止を果たすことが可能である。

【0050】

貯液槽4にトラップされた空気45は、温度変化にともなう液体の膨張収縮による流路21内の圧力変動の緩和を図る働きをし、冷却装置の耐久性向上に貢献する。一方、トラップされた空気45が液路21内に混入し、空気45が循環ポンプ内に流入すると、循環ポンプ3の吐出圧力が低下し、循環ポンプ3の性能すなわち冷媒の流量が著しく低下してしまう恐れがある。そこで、貯液槽4の底面には、図18および図19に示すように、分岐孔43の出口を頂点とする台形円錐状のテーパー部41が形成されている。テーパー部41により、冷却装置を上下逆さまにした場合にも、貯液槽4内にトラップした空気45をできるだけ滞留させ続けることが可能となる。なお、貯液槽4内にトラップされた空気が液路に戻らないためには、分岐孔43の出口が常に冷媒44に浸されている必要があり、本実施の形態では、図19に示す、分岐孔43の出口が位置するA-A'境界面において、A-A'境界面の下側の貯液槽4の容積が、A-A'境界面の上側の貯液槽4の容積より大きくなるように構成し、貯液槽4内には図19（b）に示すように、A-A'境界面より上方に冷媒44液面がくるように冷媒44を満たすようにした。

【0051】

本実施の形態の冷却装置の通常の利用状態は、貯液槽4は、図20（a）に示す状態であり、空気45は、冷媒44よりも比重が軽いため、上方に滞留している。なお、このとき貯液槽4には、常に分岐孔43の出口（テーパー部41のテーパー頂点部）が液中となるように冷媒44が満たされている。また、貯液槽4の容積は、冷媒44の熱膨張量や冷却装置筐体の熱膨張、耐圧などを考慮して十分耐えられるだけの容積で設計される。

【0052】

次に、冷却装置を斜めに傾けた場合には、貯液槽4は、図20（b）に示す状態になり、貯液槽4内の空気45は、ある方向に偏って滞留するが、この際も分岐孔43の出口は液中から出ることはなく、貯液槽4内の空気45が分岐孔43に入り込むことはない。

【0053】

次に、冷却装置をさらに傾け、上下逆さまにした場合には、貯液槽4は、図20(c)に示す状態になる。この状態でも、貯液槽4の底面には、テーパー部41が形成され、図20に示すA-A'境界面下側の貯液槽4の容積の方が上側よりも大きく、冷媒44がA-A'境界面より上方にまで満たされているので、分岐孔43の出口は常に冷媒44に浸された状態となり、空気45は、貯液槽4内に滞留されたままで分岐孔43には入り込まない。

【0054】

次に、冷却装置をさらに傾けた場合には、貯液槽4は、図20(c)に示す状態から図20(d)に示す状態に推移し、貯液槽4内の空気45は、テーパー部41のテーパー面を駆け上っていき、分岐孔43の出口付近までくると、反対側の方に滞留される。このとき分岐孔43の断面積が非常に小さいため、空気45は分岐孔43を飛び越えるように反対側に滞留されるしくみとなっている。

【0055】

本実施の形態の貯液槽4の有効性を検証するために、実際に、流路21の一部に、 $\phi 2\text{ mm}$ の分岐孔43と、直径50mm、高さ7mmの貯液槽4(テーパー部41の高低差4mm)を設けた冷却装置を作製し、市販の高圧ポンプを接続して圧力振幅を0から1MPa、周波数10Hzで電子機器の急峻な温度変化の想定による圧力耐久試験を行った。

その結果、貯液槽4を設けない場合には、200kPa(2気圧)で瞬時に下部壁および液路板の剥離による液漏れが確認されたが、貯液槽4を設けた場合には、1MPa(10気圧)、150000サイクルまで液漏れは確認されず、圧力変動に対する本実施の形態の貯液槽4の耐久性能の向上が確認できた。

【0056】

以上説明したように、本実施の形態の貯液槽4は、2次元平面状に展開されている流路21に対して、2次元平面上に展開構成できるという特徴があり、薄型化が可能である。なお、このような貯液槽4は、単数のみならず複数設けることで、絶大な効果を発揮することは明らかである。また、貯液槽4を脱着可能に構成すると、万が一、冷却装置内の冷媒の量が減少するようなことがあった場合に、冷媒の補充ができ、非常に有効である。

【0057】

次に本実施の形態の冷却装置の電子機器への組み込み例を図21乃至図25を参照して詳細に説明する。

図21は、本発明に係る電子機器の冷却装置の実施の形態の電子機器への第1の組み込み例を示す図であり、(a)は、斜視図であり、(b)は、(a)に示すZ-Z'断面図である。図22は、本発明に係る電子機器の冷却装置の実施の形態の電子機器への第2の組み込み例を示す図であり、(a)は、斜視図であり、(b)は、(a)に示すZ-Z'断面図である。図23は、本発明に係る電子機器の冷却装置の実施の形態の電子機器への第3の組み込み例を示す図であり、(a)は、斜視図であり、(b)は、(a)に示すZ-Z'断面図である。図24は、図1に示す第2冷却部の下面の風量の変化による冷却効果の実験例を示す図である。図25は、図1に示す第2冷却部の下面の風量の変化と冷却効果との関係を示すグラフである。

【0058】

第1の組み込み例は、図21を参照すると、一般的に厚み3～4cmほどのノートパソコンの筐体80の中には、DVD-RAM81、FD-RAM82、HDD83、バッテリー84、メモリーカード85等の比較的大きく、厚みの異なる主要電子部品と、CPU等の発熱部品7が実装されたマザーボード86が搭載されており、マザーボード86の下側に第2冷却部2が搭載されている。なお、第1の組み込み例では、第2冷却部2にマイクロチャネル12が形成されているものとし、マザーボード86の上面に実装された発熱部品7とマイクロチャネル12が形成されているエリアの第2冷却部2の上面とが接触する構成になっている。

【0059】

第2の組み込み例は、第1の組み込み例よりも冷却効果が高い組み込み例であり、図22を参照すると、CPU等の発熱部品7が実装されたマザーボード86の上側に第1冷却部1が搭載されていると共に、マザーボード86の下側に第2冷却部2が搭載され、マザーボード86の上面に実装された発熱部品7とマイクロチャネル12が形成されているエリアの第1冷却部1の下面とが接触する構成

になっている。第2の組み込み例では、上述の説明のように第1冷却部1が開閉するため、第1冷却部1を開くことによって、マザーボード86の上面に実装された発熱部品7の交換等のメンテナンスが容易に行える。

【0060】

第3の組み込み例は、第2の組み込み例よりも冷却効果が高い組み込み例であり、図23を参照すると、CPU等の発熱部品7が実装されたマザーボード86の上側に第1冷却部1が搭載されていると共に、マザーボード86の下側に第2冷却部2が搭載され、マザーボード86の上面に実装された発熱部品7とマイクロチャネル12が形成されているエリアの第1冷却部1の下面とが接触する構成になっており、第1冷却部1に空冷フィン13が形成されている。また、第1冷却部1に形成された空冷フィン13に空気の流れを形成する空冷ファン5と、第2冷却部2の下面に空気の流れを形成する空冷ファン51とが設けられている。

【0061】

第3の組み込み例において、第2冷却部2の下面に供給する風量と冷却効果との関係を検証するために、図24に示すように、第2冷却部2の下面に空気の流れを形成する空冷ファン51～55を配置して、空冷ファン51～55の数を変化させて熱抵抗を測定した。なお、第1冷却部1に形成された空冷フィン13に空気の流れを形成する空冷ファン5は、常に駆動した状態で測定した。その結果、図25に示すように、駆動する空冷ファン51～55の数が多いほど、熱抵抗が小さくなり、冷却効果が向上することが検証された。

【0062】

また、第2冷却部2の下面に空冷フィンを形成した例についても、同様に空冷ファン51～55の数を変化させて熱抵抗を測定した。その結果、図25に示すように、第2冷却部2の下部に空冷フィンを形成した場合と、空冷フィンがない場合とは、冷却効果にほとんど差異がなかった。

【0063】

以上説明したように、本実施の形態によれば、第1冷却部1と第2冷却部2とを設け、マザーボード86の上面に実装された発熱部品7と第1冷却部1の下面

とが接触した状態で発熱部品7から発生する熱を冷媒に吸熱させるように構成することにより、発熱部品7から冷媒への吸熱効率を向上させることができ、冷却効果を向上させることができるという効果を奏する。

【0064】

さらに、本実施の形態によれば、第1冷却部1と第2冷却部2とを開閉自在に軸支する連結部61、62を設けることにより、CPU等の発熱部品7のメンテナンスを容易に行うことができるという効果を奏する。

【0065】

さらに、本実施の形態によれば、マザーボード86の上側に搭載された第1冷却部1と、マザーボード86の下に搭載された第2冷却部2とを設け、第1冷却部1に空冷フィン13を形成することにより、液冷方式に空冷方式を組み合わせた場合にも、マザーボード86の下に搭載された第2冷却部2には、余分な構成を必要とせず、冷却装置を薄型化することができるという効果を奏する。

【0066】

さらに、本実施の形態によれば、マザーボード86の上側に搭載された第1冷却部1と、マザーボード86の下側に搭載された第2冷却部2とを設け、第1冷却部1の面積を第2冷却部2の面積よりも小さくすると共に、第1冷却部1に形成された流路11の幅を第2冷却部2に形成された流路21の幅よりも狭くし、且つ第1冷却部1に形成された流路11の深さを第2冷却部2に形成された流路21の深さよりも深くすることにより、高さには余裕があるが面積には余裕がないマザーボード86の上側と、高さには余裕はないが面積には余裕があるマザーボード86の下側とに効率的に冷却機能を割り振ることができるという効果を奏する。

【0067】

なお、本発明が上記各実施の形態に限定されず、本発明の技術思想の範囲内において、各実施の形態は適宜変更され得ることは明らかである。また、上記構成部材の数、位置、形状等は上記実施の形態に限定されず、本発明を実施する上で好適な数、位置、形状等にすることができる。なお、各図において、同一構成要素には同一符号を付している。

【0068】**【発明の効果】**

本発明の電子機器の冷却装置は、第1冷却部と第2冷却部とを設け、マザーボードの上面に実装された発熱部品と第1冷却部の下面とが接触した状態で発熱部品から発生する熱を冷媒に吸熱させるように構成することにより、発熱部品から冷媒への吸熱効率を向上させることができ、冷却効果を向上させることができるという効果を奏する。

【0069】

さらに、本発明の電子機器の冷却装置は、第1冷却部と第2冷却部とを開閉自在に軸支する連結部を設けることにより、CPU等の発熱部品のメンテナンスを容易に行うことができるという効果を奏する。

【0070】

さらに、本発明の電子機器の冷却装置は、マザーボードの上側に搭載された第1冷却部と、マザーボードの下に搭載された第2冷却部とを設け、第1冷却部に空冷フィンを形成することにより、液冷方式に空冷方式を組み合わせた場合にも、マザーボードの下に搭載された第2冷却部には、余分な構成を必要とせず、冷却装置を薄型化することができるという効果を奏する。

【0071】

さらに、本発明の電子機器の冷却装置は、マザーボードの上側に搭載された第1冷却部と、マザーボードの下側に搭載された第2冷却部とを設け、第1冷却部の面積を第2冷却部の面積よりも小さくすると共に、第1冷却部に形成された流路の幅を第2冷却部に形成された流路の幅よりも狭くし、且つ第1冷却部に形成された流路の深さを第2冷却部に形成された流路の深さよりも深くすることにより、高さには余裕があるが面積には余裕がないマザーボードの上側と、高さには余裕はないが面積には余裕があるマザーボードの下側とに効率的に冷却機能を割り振ることができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】**【図1】**

本発明に係る電子機器の冷却装置の実施の形態の構成を示す図であり、(a)

は、上面図であり、(b)は、側面図であり、(c)は、正面図である。

【図2】

図1に示すヒートシンクの下の流路の構成を示す図である。

【図3】

図1に示す第1冷却部を構成する第1冷却部用下板の構成を示す図であり、(a)は、上面図であり、(b)は、(a)に示すX-X'断面図である。

【図4】

図1に示す第1冷却部を構成する第1冷却部用上板の構成を示す図であり、(a)は、上面図であり、(b)は、側面図である。

【図5】

図1に示すマイクロチャネルへの導入部の構成を示す図である。

【図6】

図1に示す第2冷却部の構成を示す図であり、(a)は、上面図であり、(b)は、側面図であり、(c)は、正面図である。

【図7】

図6に示す第2冷却部を構成する第2冷却部用下板の構成を示す図であり、(a)は、上面図であり、(b)は、(a)に示すY-Y'断面図である。

【図8】

図6に示す第2冷却部を構成する第2冷却部用上板の構成を示す図である。

【図9】

図6に示す流路の幅および深さと冷却性能との関係を示すグラフである。

【図10】

図6に示す流路の幅および板厚と耐圧性能との関係を示すグラフである。

【図11】

図1に示す循環ポンプの第1の構成例を示す図であり、(a)は、分解斜視図であり、(b)は、側断面図である。

【図12】

図11に示す循環ポンプの実装方法を示す側断面図である。

【図13】

図1に示す循環ポンプの第2の構成例を示す図であり、(a)は、分解斜視図であり、(b)は、側断面図である。

【図14】

図13に示す循環ポンプの実装方法を示す側断面図である。

【図15】

図13に示す循環ポンプの実装方法を示す側断面図である。

【図16】

図1に示す循環ポンプの第3の構成例を示す図であり、(a)は、分解斜視図であり、(b)は、側断面図である。

【図17】

図16に示す循環ポンプの実装方法を示す側断面図である。

【図18】

図1に示す貯液槽の構成を示す斜視図である。

【図19】

図18に示すZ-Z'断面図である。

【図20】

図18に示す貯液槽の空気溜め機能を説明するための説明図である。

【図21】

本発明に係る電子機器の冷却装置の実施の形態の電子機器への第1の組み込み例を示す図であり、(a)は、斜視図であり、(b)は、(a)に示すZ-Z'断面図である。

【図22】

本発明に係る電子機器の冷却装置の実施の形態の電子機器への第2の組み込み例を示す図であり、(a)は、斜視図であり、(b)は、(a)に示すZ-Z'断面図である。

【図23】

本発明に係る電子機器の冷却装置の実施の形態の電子機器への第3の組み込み例を示す図であり、(a)は、斜視図であり、(b)は、(a)に示すZ-Z'断面図である。

【図24】

図1に示す第2冷却部の下面の風量の変化による冷却効果の実験例を示す図である。

【図25】

図1に示す第2冷却部の下面の風量の変化と冷却効果との関係を示すグラフである。

【符号の説明】

- 1 第1冷却部
- 2 第2冷却部
- 3 循環ポンプ
- 4 貯液槽
- 5 空冷ファン
- 7 発熱部品
- 1 1 流路
- 1 2 マイクロチャネル
- 1 3 空冷フィン
- 1 4、1 5 金属管
- 1 6 ガイド板
- 1 7 第1冷却部用下板
- 1 8 第1冷却部用上板
- 2 1 流路
- 2 2 支柱
- 2 3 第2冷却部用下板
- 2 4 第2冷却部用上板
- 2 5 開口
- 2 6 ポンプ流入口
- 2 7 ポンプ流出口
- 4 1 テーパー部
- 4 2 突起

- 4 3 分岐孔
- 4 4 冷媒
- 4 5 空気
- 6 1、6 2 連結部
- 8 0 筐体
- 8 1 DVD-RAM
- 8 2 FD-RAM
- 8 3 HDD
- 8 4 バッテリー
- 8 5 メモリーカード
- 8 6 マザーボード
- 1 1 1 蛇行流路
- 1 6 1 第1ガイド板
- 1 6 2 第2ガイド板
- 1 6 3 第3ガイド板
- 1 7 1 流路用溝部
- 1 7 2 マイクロチャネル用溝部
- 2 3 1 流路用溝部
- 3 1 1 ポンプ筐体
- 3 1 2 Oリング
- 3 1 3 圧電振動板
- 3 1 4 天板
- 3 1 5 ポンプ流入路
- 3 1 6 ポンプ流出路
- 3 1 7 流入チェック弁
- 3 1 8 流出チェック弁
- 3 1 9 ポンプ室
- 3 2 1 ポンプ筐体
- 3 2 2 逆止弁部円板

331 ポンプ筐体

332 Oリング

333 ポンプ底面流入口

334 ポンプ底面流出口

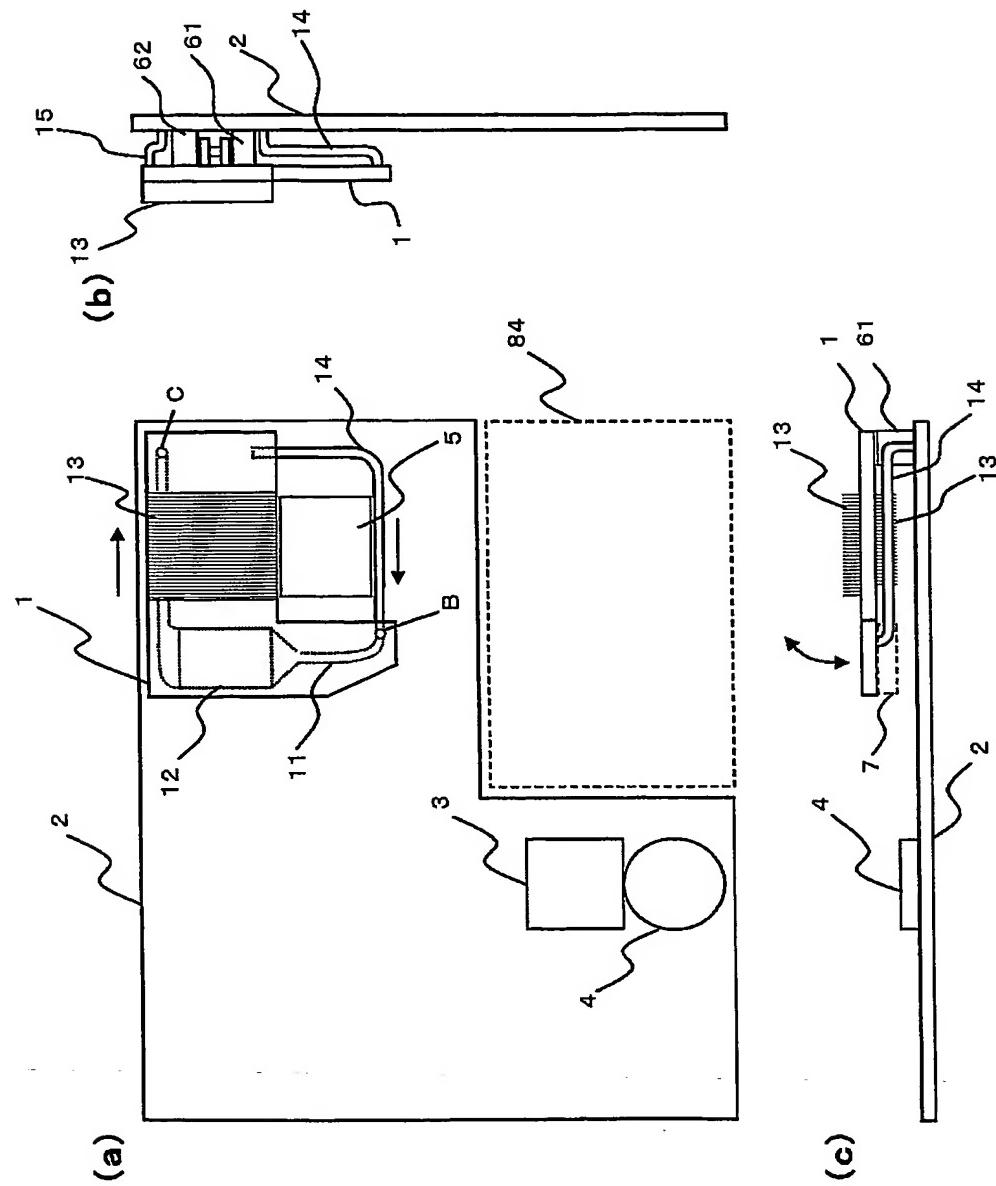
335 Oリング溝

A、B、C、D 開口

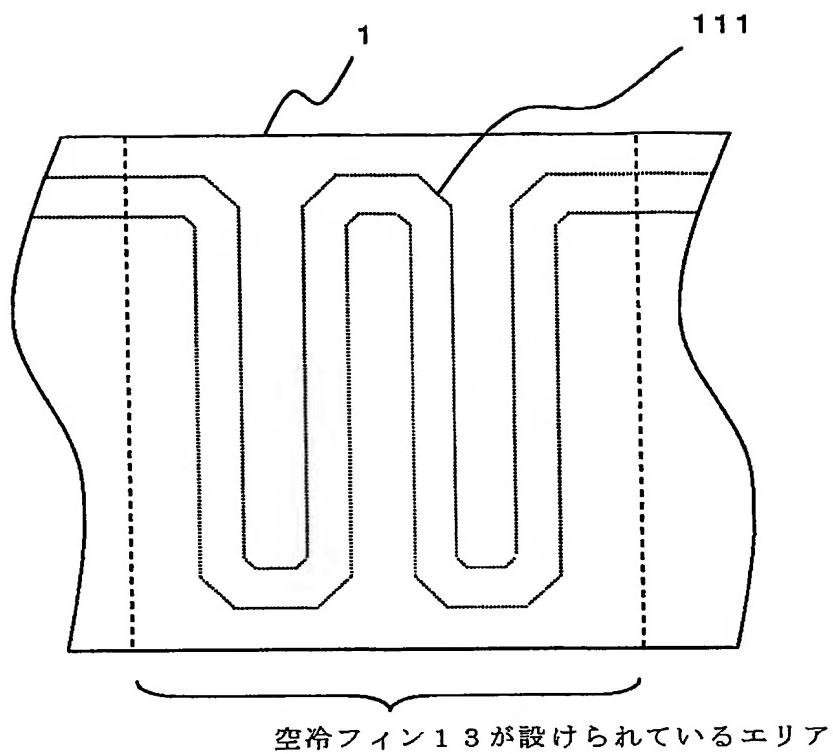
【書類名】

図面

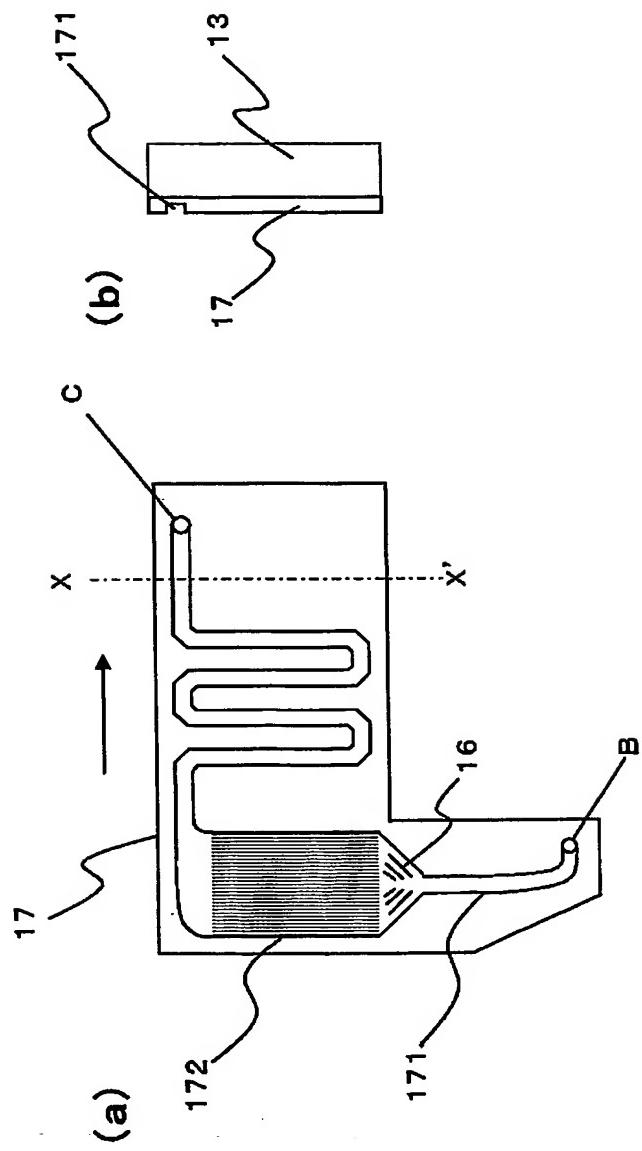
【図 1】



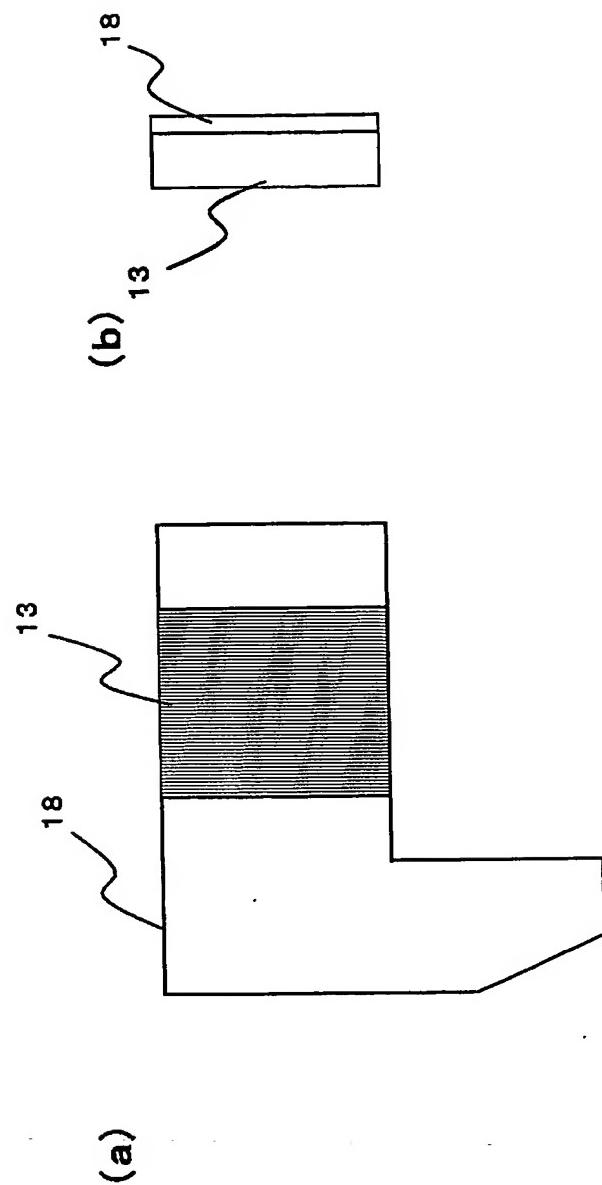
【図2】



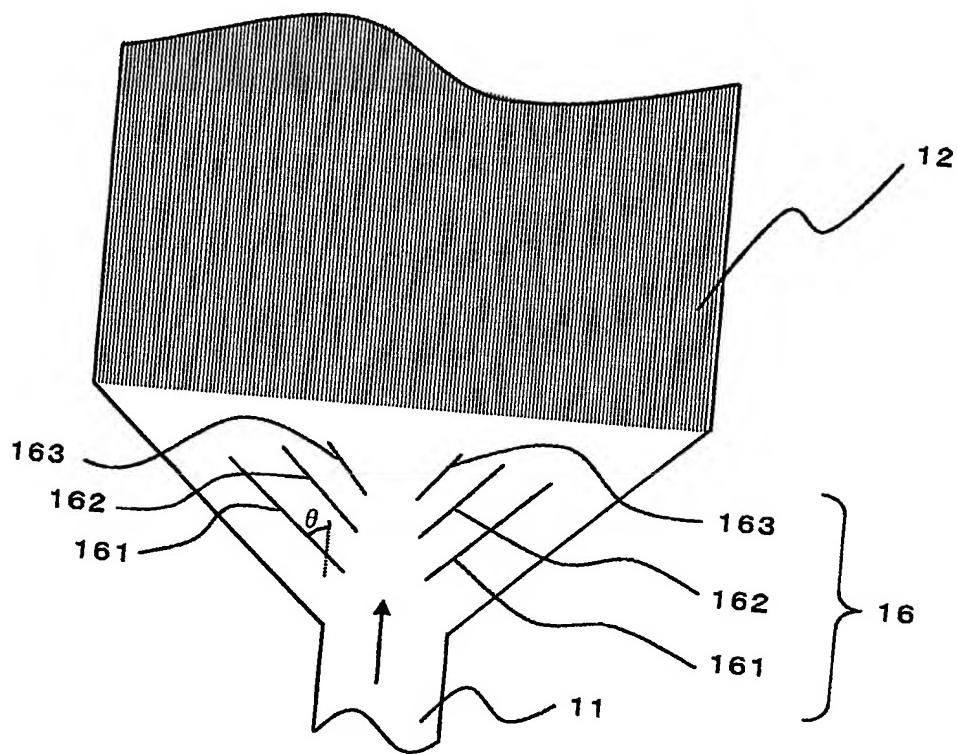
【図3】



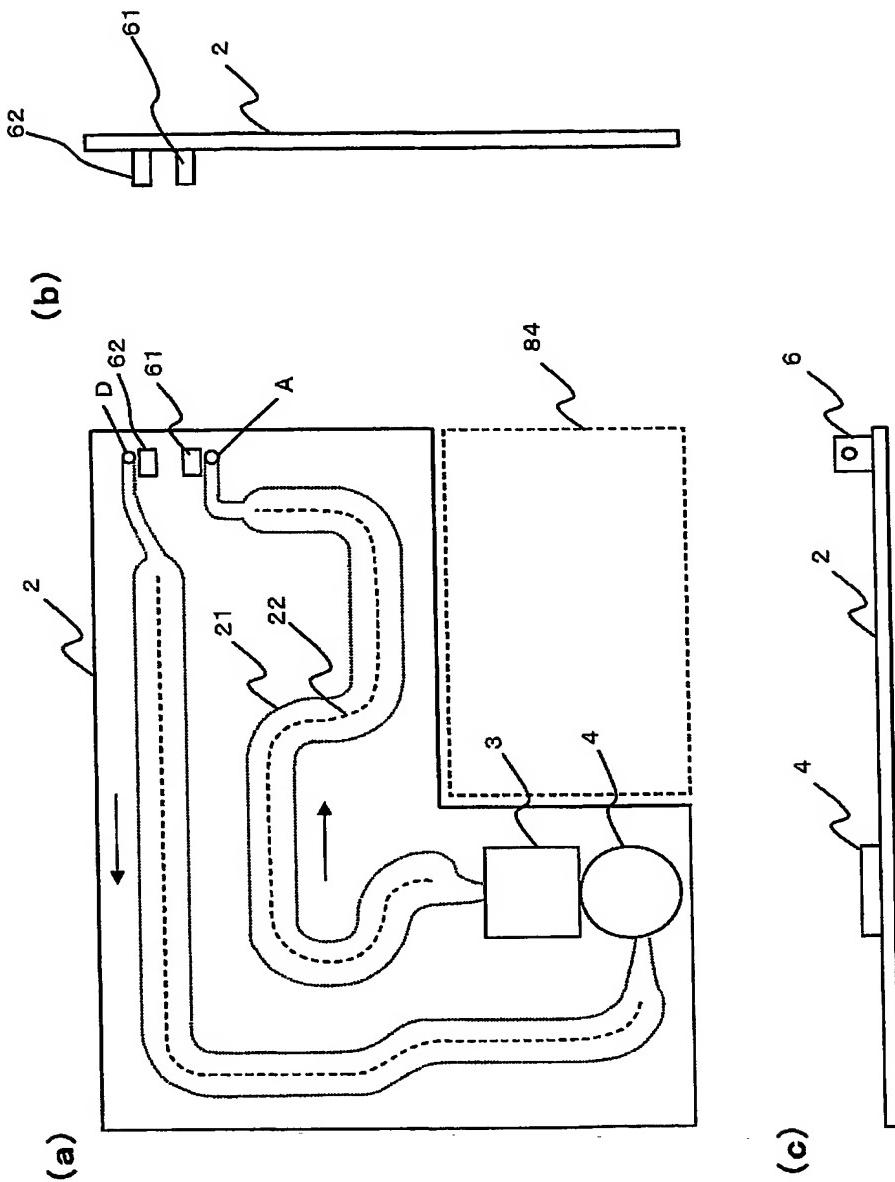
【図4】



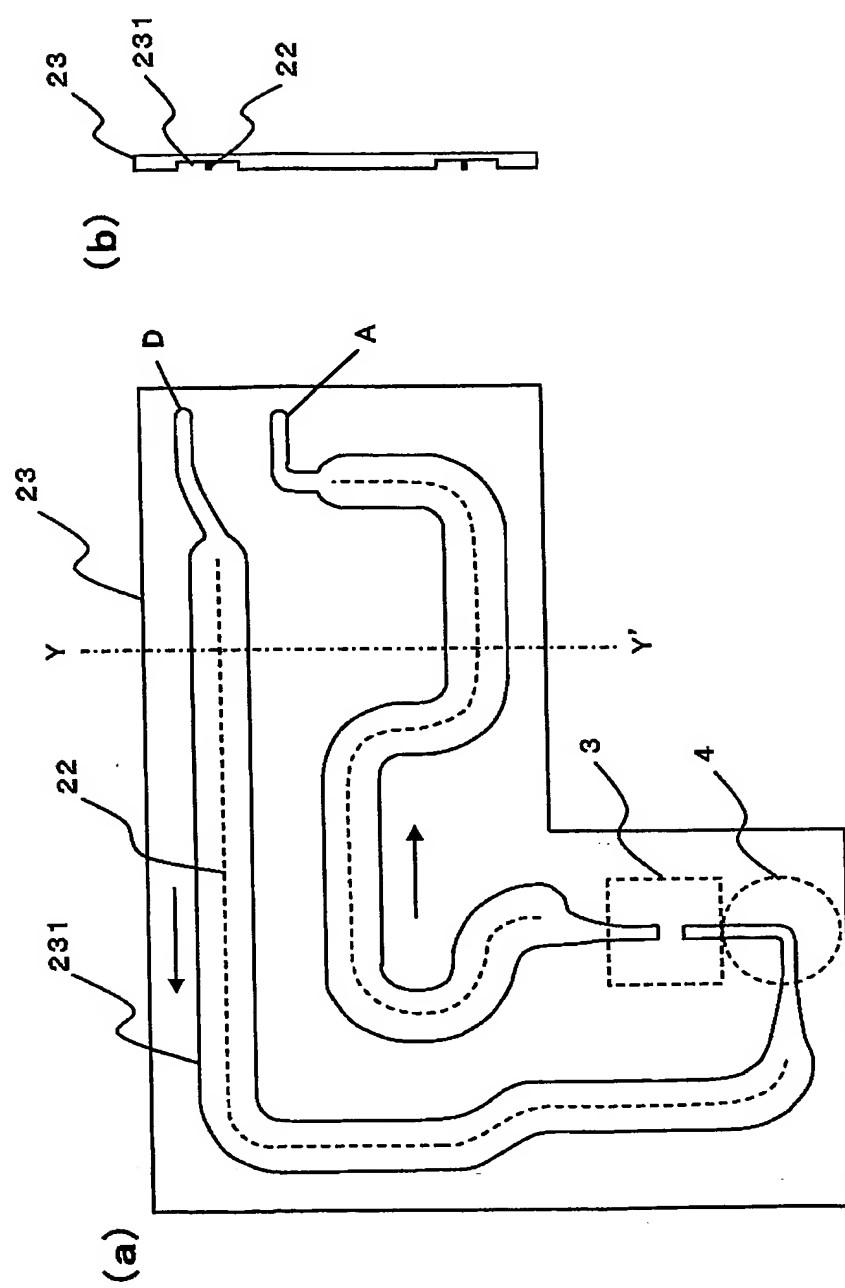
【図5】



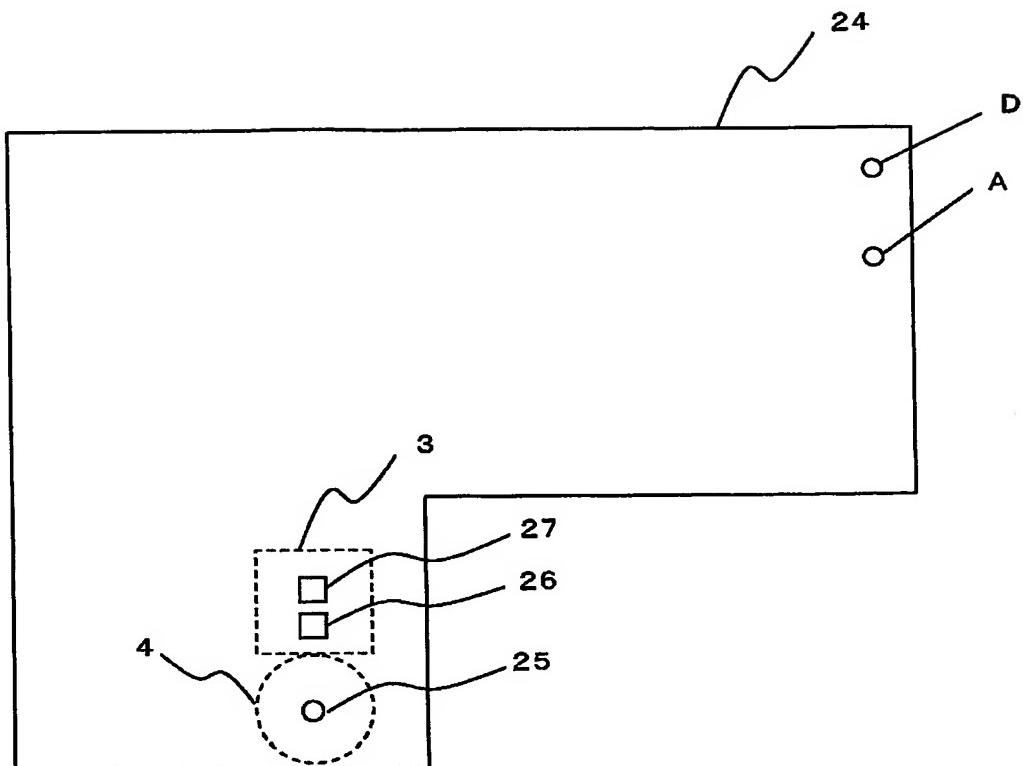
【図6】



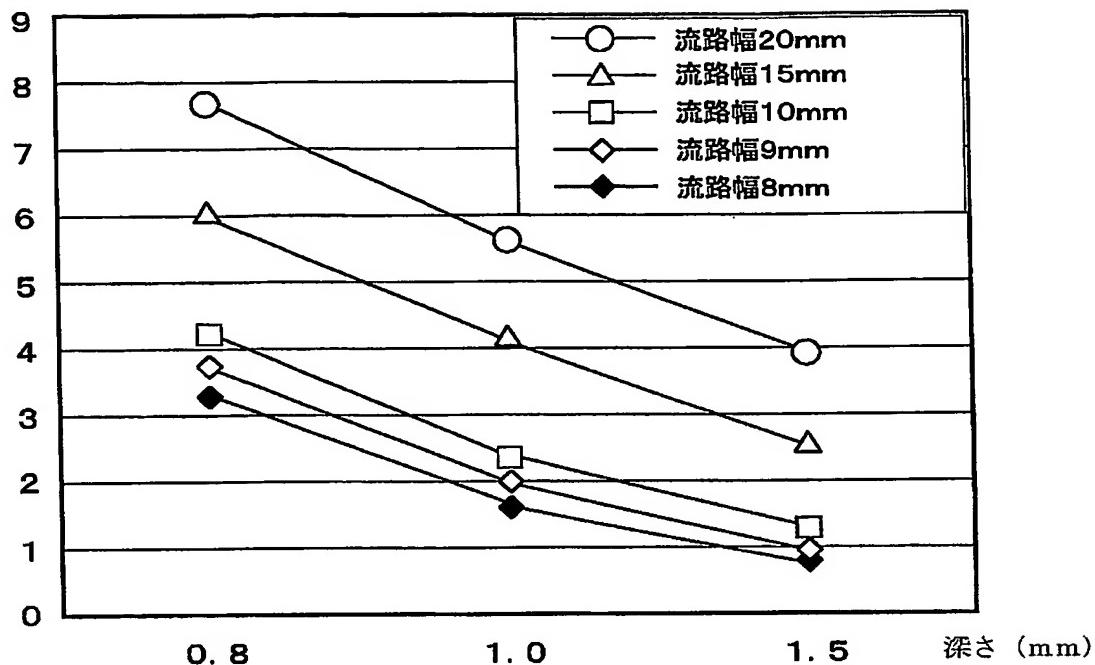
【図7】



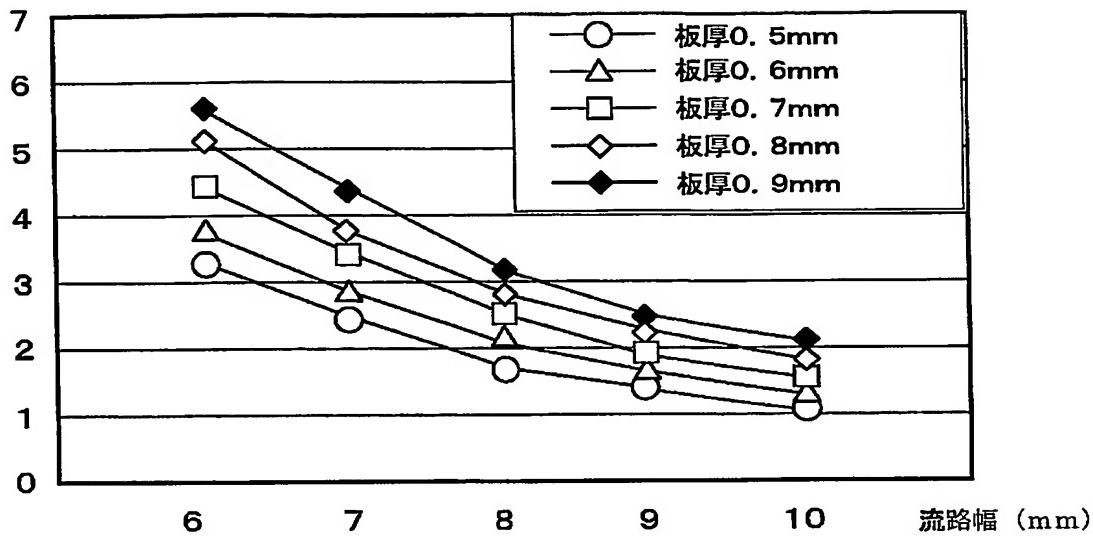
【図8】



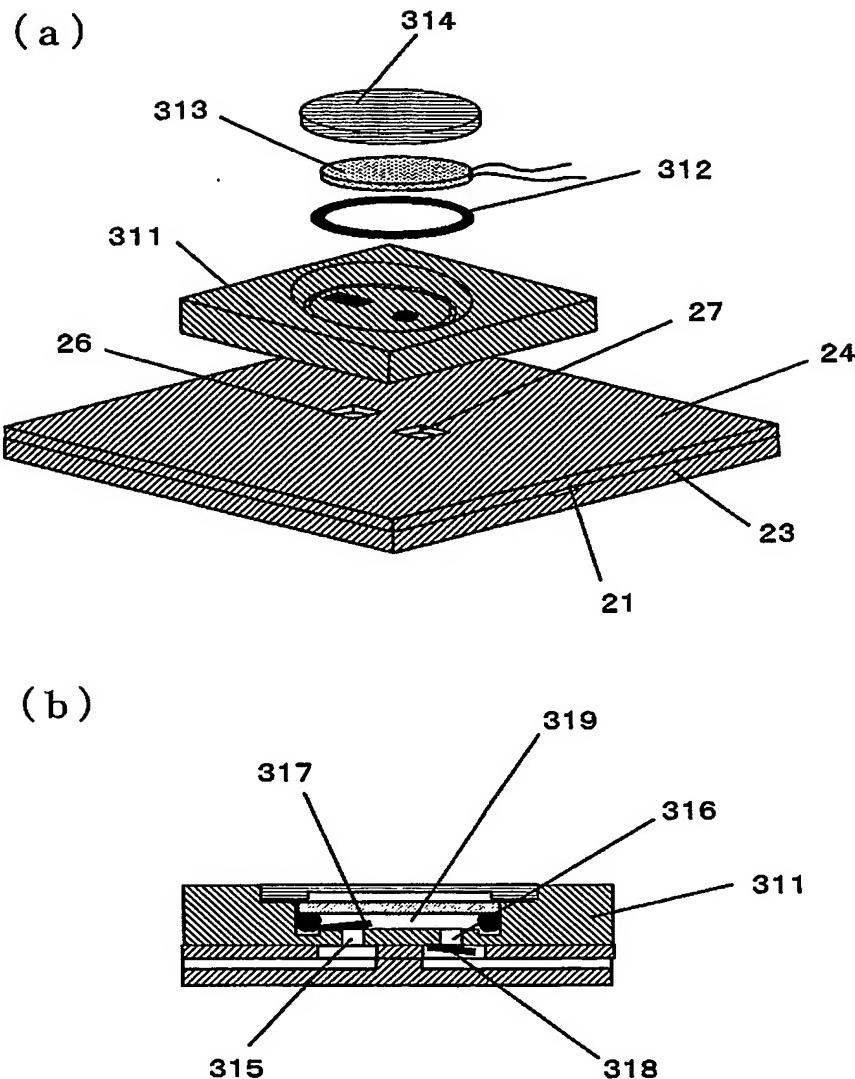
【図9】

冷却性能 ΔT (°C)

【図10】

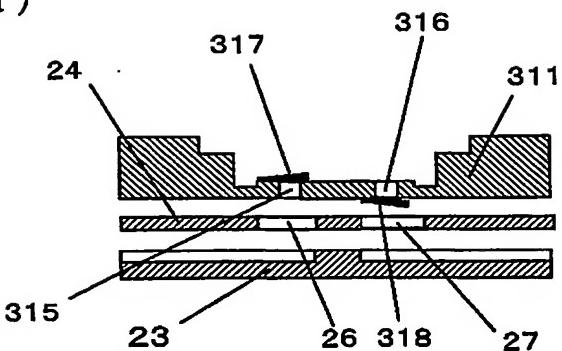
耐圧 (Kgf/cm²)

【図11】

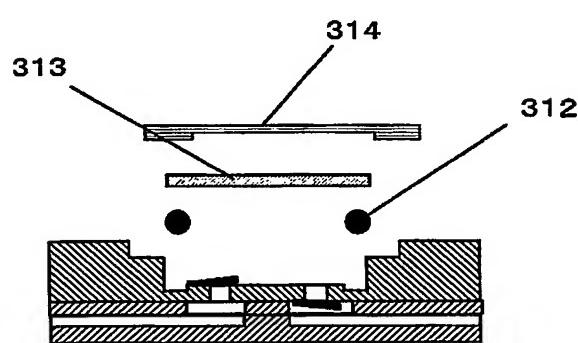


【図12】

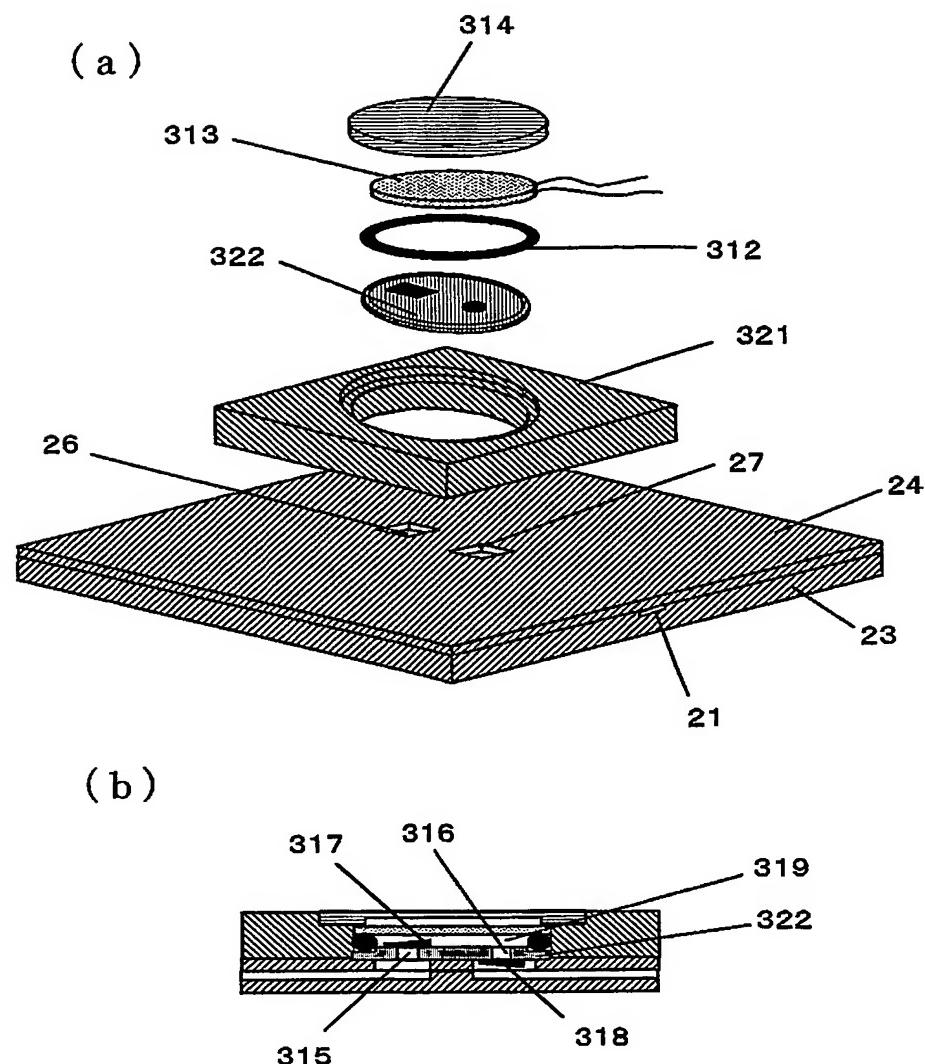
(a)



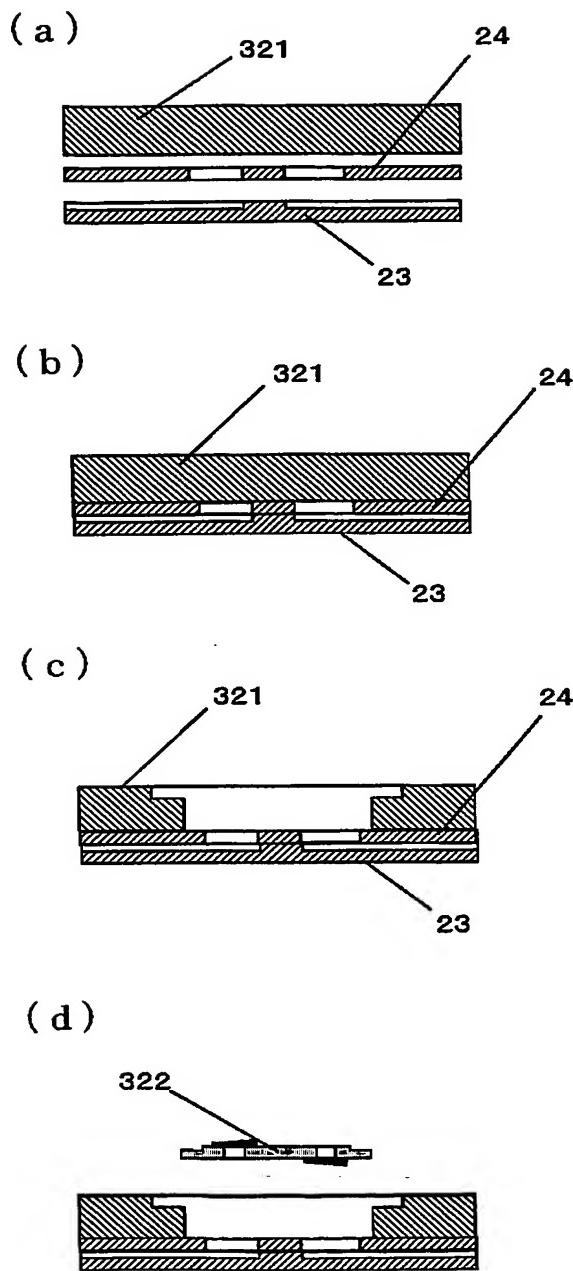
(b)



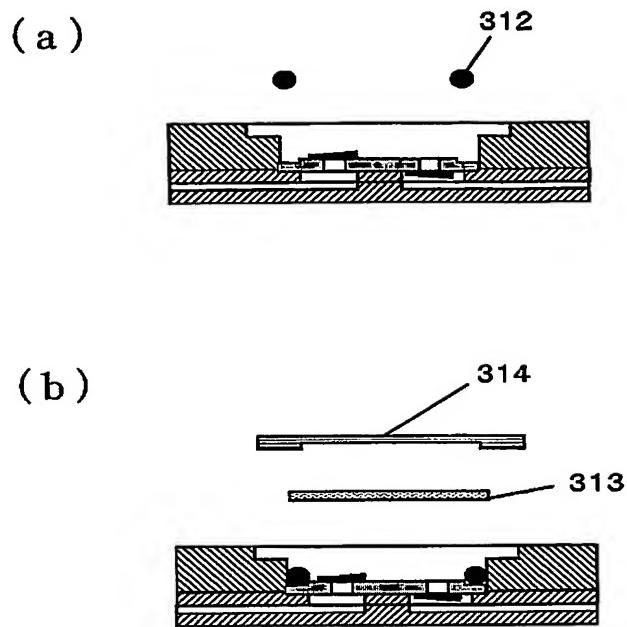
【図13】



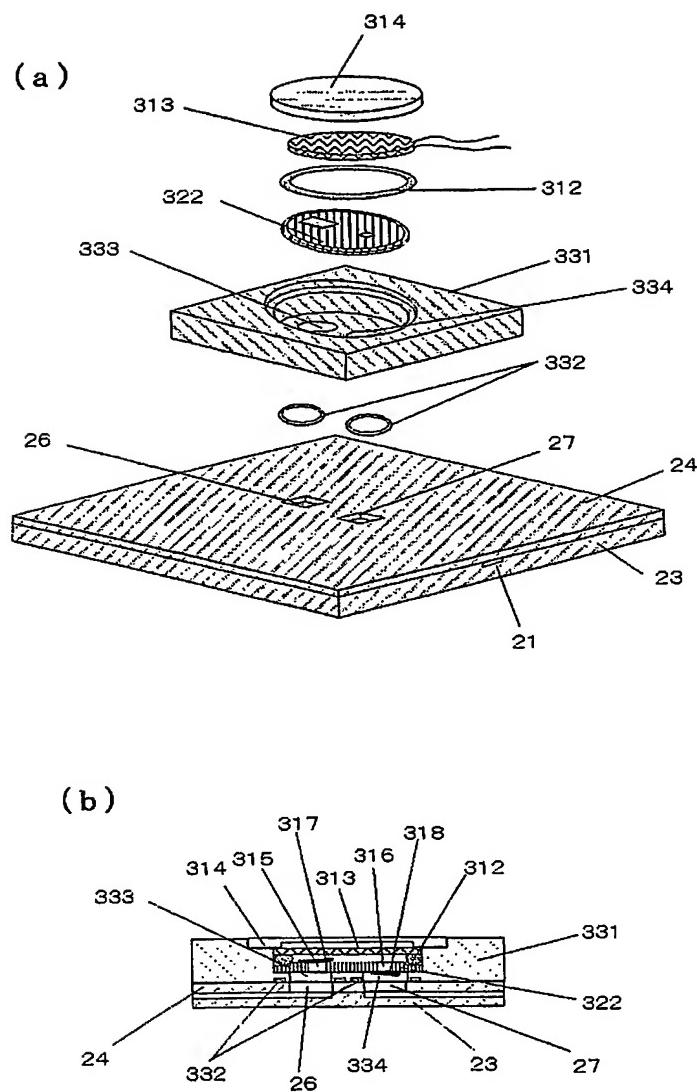
【図14】



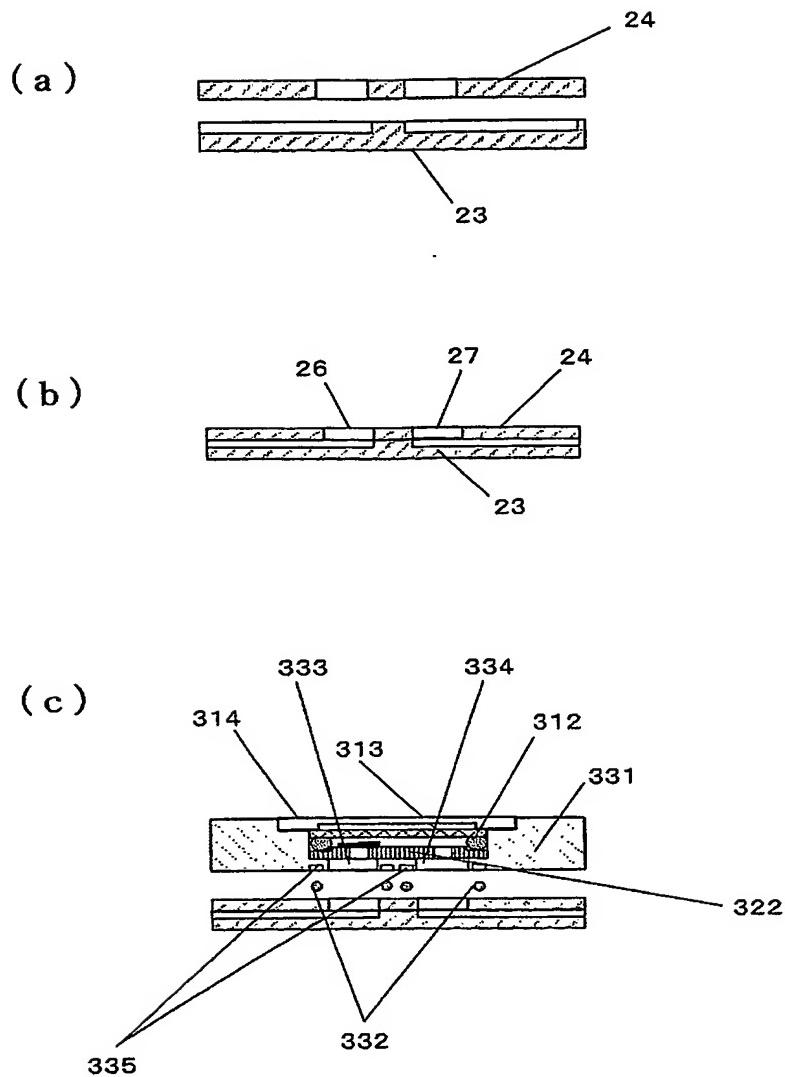
【図15】



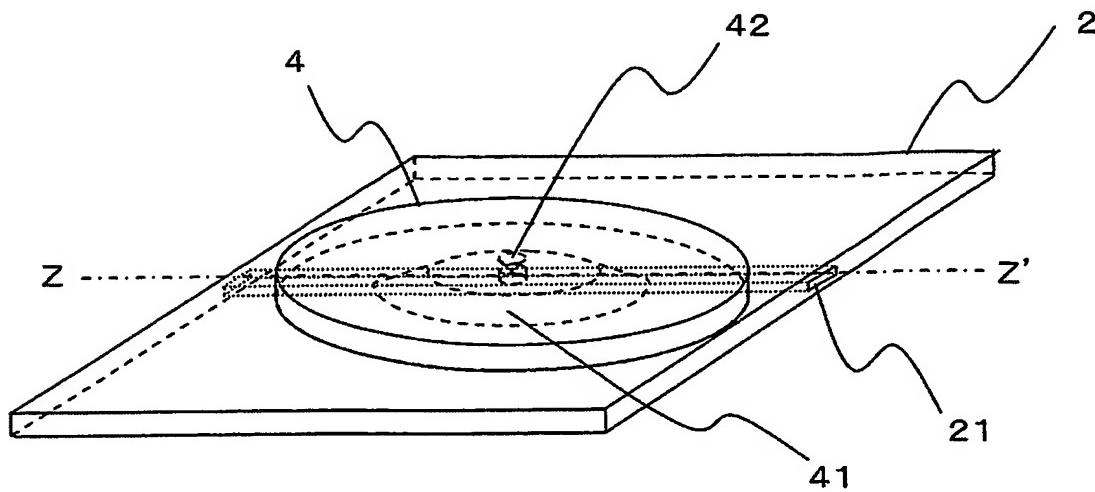
【図16】



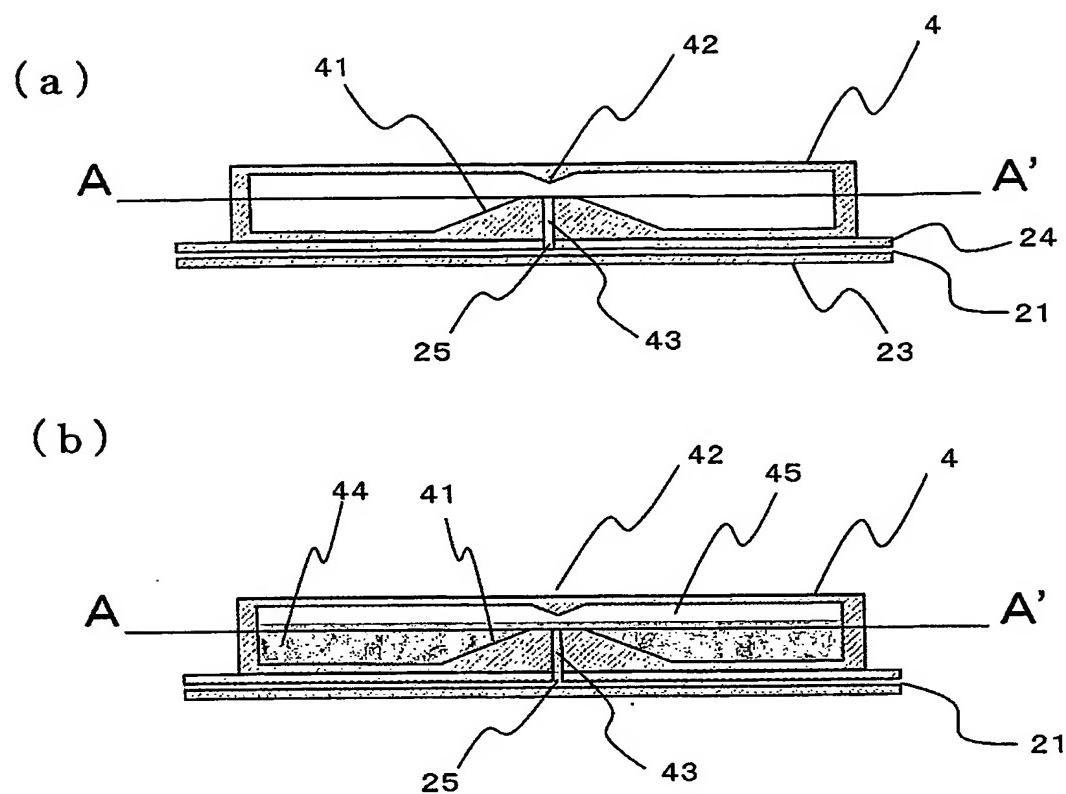
【図17】



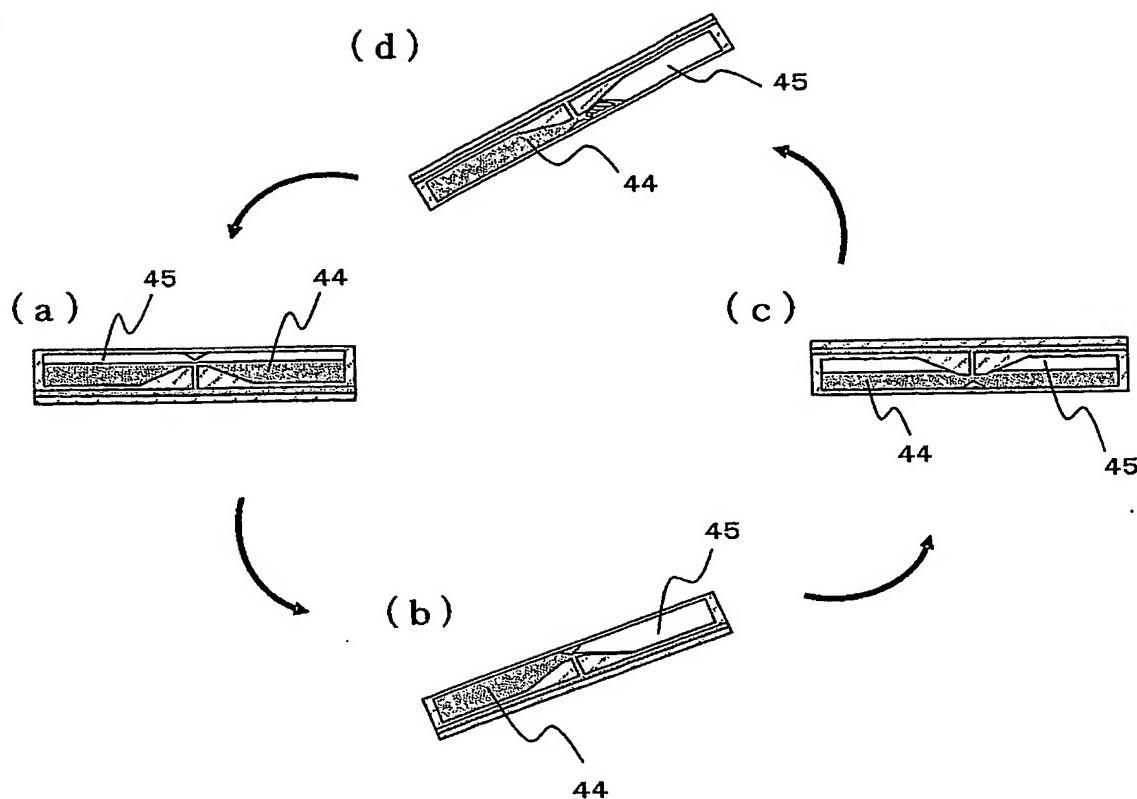
【図18】



【図19】

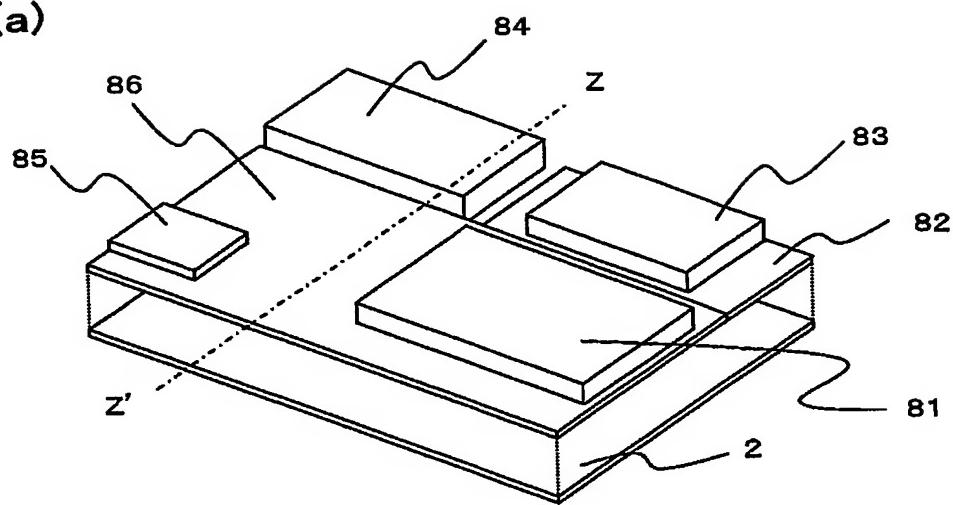


【図20】

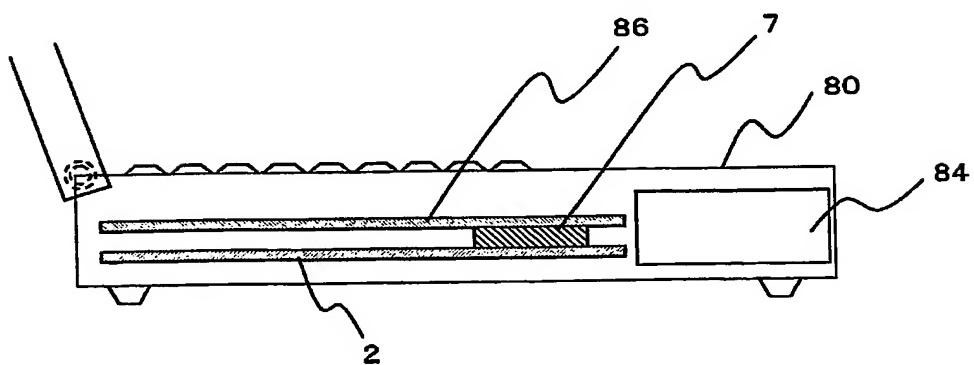


【図21】

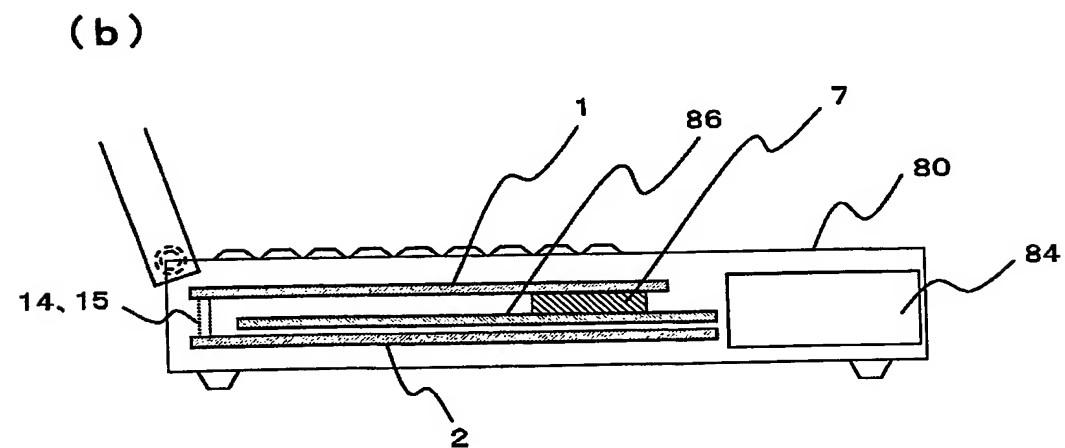
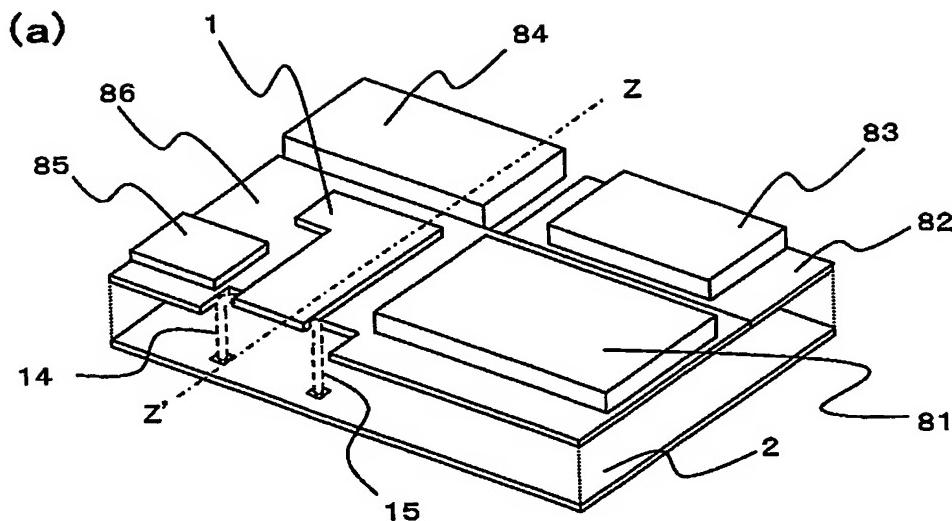
(a)



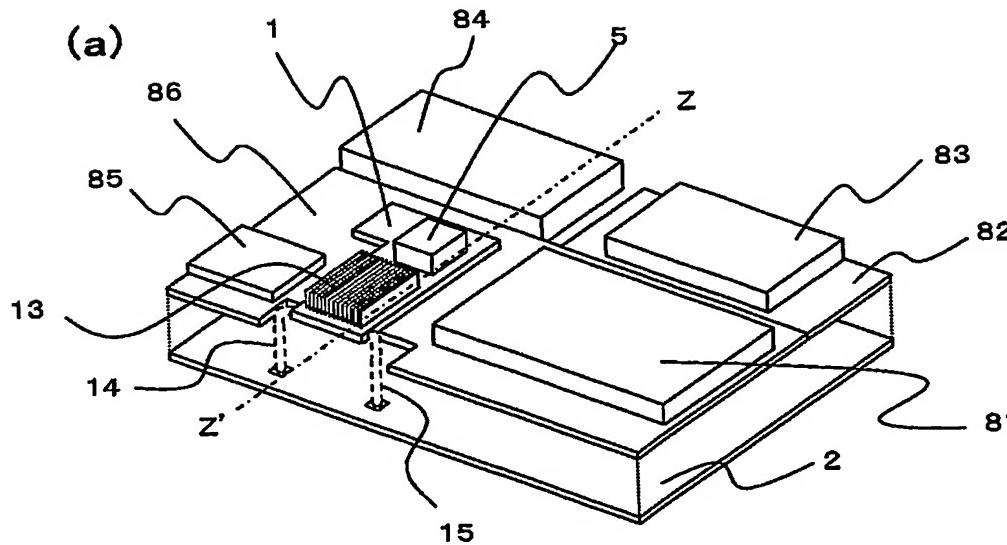
(b)



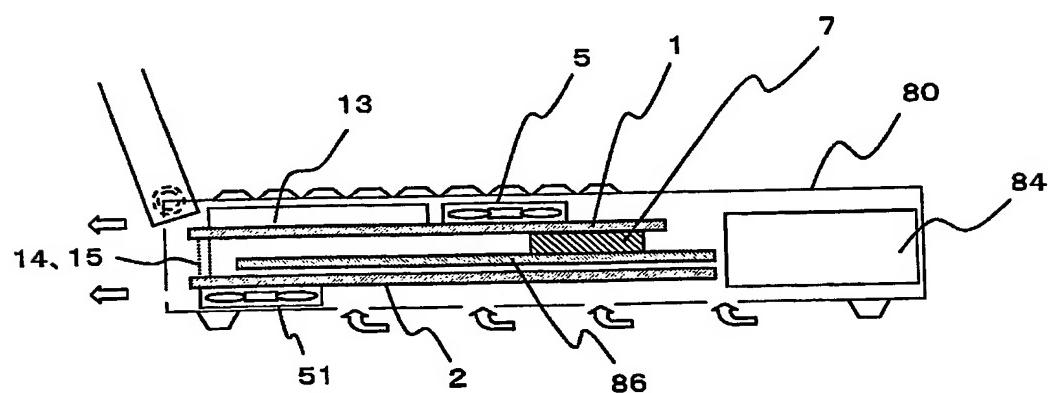
【図22】



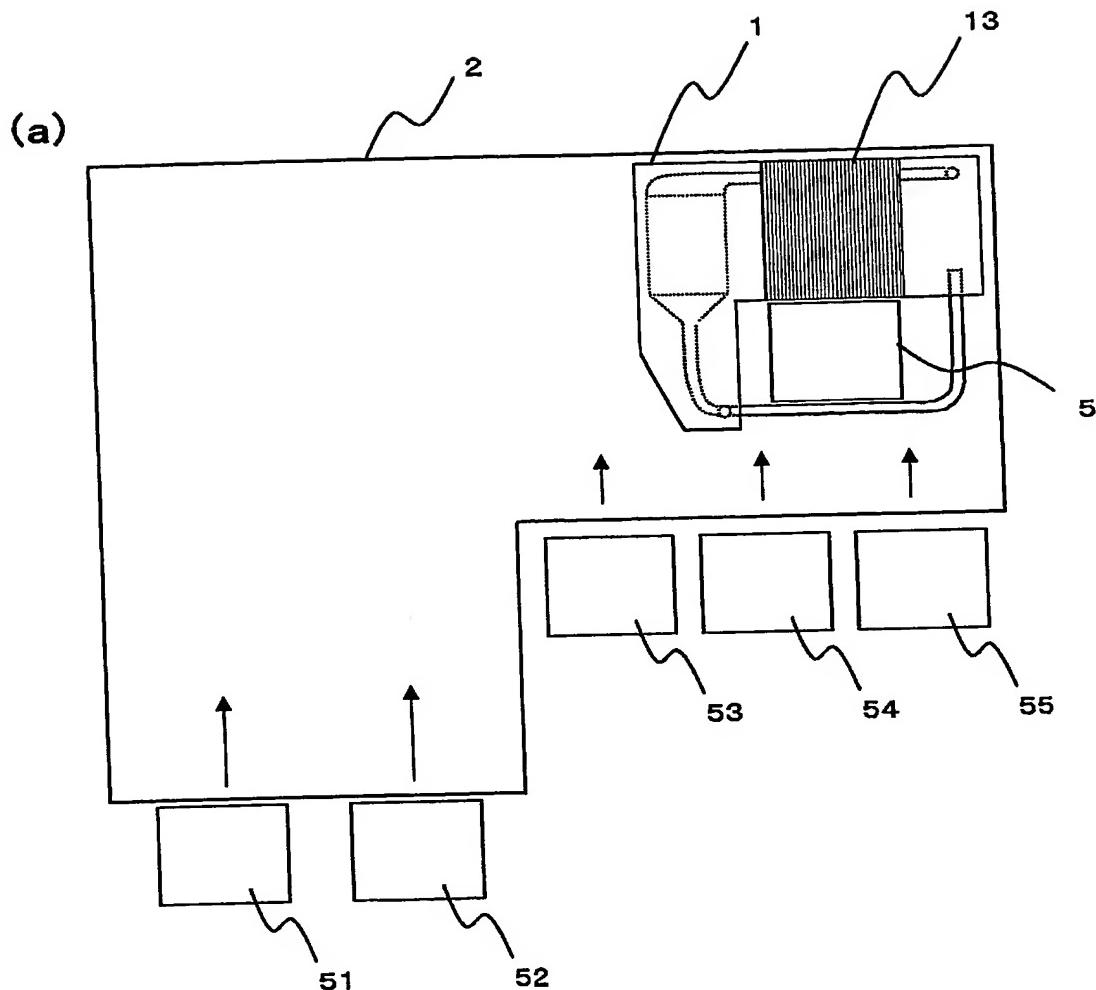
【図23】



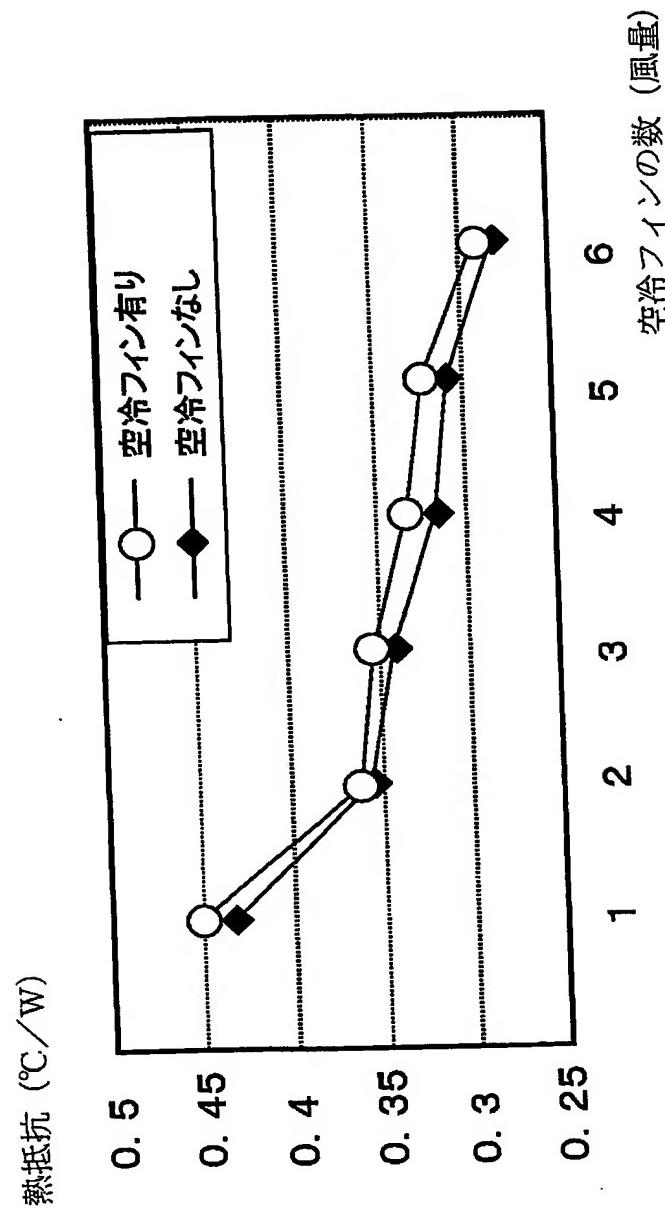
(b)



【図24】



【図25】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明は、発熱部品から冷媒への吸熱効率を向上させることができ、液冷方式に空冷方式を組み合わせた場合にも、冷却装置を薄型化することができる電子機器の冷却装置を提供することを課題とする。

【解決手段】 発熱部品 7 が実施されているマザーボード 8 6 の上方に搭載され、内部に冷媒が循環される流路 1 1 が形成された第 1 冷却部 1 と、発熱部品 7 が実施されている前記マザーボード 8 6 の下方に搭載され、内部に冷媒が循環される流路 2 1 が形成された第 2 冷却部 2 と、前記第 1 冷却部と第 2 冷却部とを開閉自在に軸支する連結手段とを有し、発熱部品 7 と第 1 冷却部 1 の下面とが接触した状態で発熱部品 7 から発生する熱を冷媒に吸熱させる。

【選択図】 図 1

特願 2003-184369

出願人履歴情報

識別番号

[000004237]

1. 変更年月日 1990年 8月29日

[変更理由] 新規登録

住所 東京都港区芝五丁目7番1号
氏名 日本電気株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.